

<36615394780015

C. VOGT.

ÜBER

ALYTES OBSTETRICANS.

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DIE

ENTWICKLUNGSGESCHICHTE

DER

GEBURTSHELFERKRŒTE
(Alytes obstetricans)

VON

CARL VOGT,
DOCTOR DER MEDIZIN.

Mit drei lithographirten Tafeln.

SOLOTHURN.
Verlag von JENT & GASSMANN.

1842.

DEN PROFESSOREN

L. Agassiz
in Neuchâtel,

J. Liebig
in Giessen,

G. Valentin
in Bern,

Seinen Lehrern und Freunden

DER VERFASSER.

VORREDE.



Die Untersuchungen, welche ich in den nachfolgenden Blättern der Oeffentlichkeit übergebe, sind noch in sehr vielen Punkten mangelhaft. Allein die sichere Voraussicht, dass eine Aenderung meiner Verhältnisse mich der Gelegenheit berauben werde, ihre Lücken zu vervollständigen, musste mich entscheiden, mit ihrer Herausgabe nicht länger zu zögern. Die Geburtshelferkröte, deren Entwicklung ich zu verfolgen versucht habe, ist in vielen Gegenden zu selten, als dass ich mir mit der Hoffnung hätte schmeicheln können, entfernt von Neuchâtel das nöthige Material zur Fortsetzung meiner Beobachtungen in folgenden Jahren aufzufinden. Hier stand sie mir in Menge zu Gebot und ich habe die kurze Zeit redlich zu benutzen gesucht, um so viel als möglich zu beobachten. Dass ich vorzugsweise nach einigen Richtungen hin meine Aufmerksamkeit wandte und andere, weite Felder der Untersuchung gänzlich zur Seite liess, werden mir diejenigen nicht verargen, welche wissen, wie schwierig auch dem Geübtesten es ist, eine einigermassen vollständige Entwicklungsgeschichte eines Thieres zu entwerfen. Alles zu untersuchen und über Alles, was man gesehen, sich selber klar zu werden, gelingt oft erst nach vielfach wiederholten, mühevollen Anstrengungen; — wenige Wochen, worauf ich beschränkt war, können nie zu einem solchen Resultate führen.

War es aber einerseits die Betrachtung, dass ich vielleicht nie eine Vervollständigung meiner Arbeit erwarten könnte, welche mich zu ihrer Herausgabe drängte, so musste auch andererseits der Zeitpunkt, in welchem wir leben, mich bestimmen, der Horazischen Regel keine Folge zu geben. Wir stehen an einem Wendepunkte der Physiologie in jeder Hinsicht. Es ist vor der Hand noch unmöglich, alle die Folgen zu übersehen, welche die neue Betrachtung der Entwicklung der Gewebe uns bringen wird, zu welcher Schwann's Untersuchungen den Grundstein legten. Pflicht eines Jeden ist es aber, das Material, welches er auf seinen Wegen findet, bei Zeiten herbeizutragen, damit man nicht falschen Planen folge bei der Aufrichtung, damit man so bald als möglich wisse, wo der ursprüngliche Plan beizubehalten, wo er zu erweitern, wo er einzuschränken sei.

Die Zellentheorie wird, man braucht kein Prophet zu sein, um das vorauszusagen, dasselbe Schicksal haben, wie alle grossartigen allgemeinen Ansichten, welche aus einer verhältnissmässig geringen Zahl von Beobachtungen hervorgehen, und ihre Vervollkommnung erst durch die Verfolgung der Fundamentaluntersuchungen erhalten. Fernere Untersuchungen werden bisher unbekannte Momente enthüllen, neue Thatsachen werden vielleicht die ganze Richtung, aus welcher sie hervorgingen, umstossen und das Bekannte in ein anderes Gewand kleiden. Eine jede Erfahrungswissenschaft theilt solches Schicksal; die Beobachtung, wenn sie anders richtig gemacht ist, die Thatsache, wenn sie wirklich vorhanden ist, bleibt; die Auffassung derselben aber, die Verarbeitung zu einem harmonischen Ganzen wechselt mit dem jedesmaligen Stande der Wissenschaft.

Je neuer aber eine allgemeine umfassende Ansicht ist, welche die bisherigen Grundpfeiler einer Erfahrungswissenschaft verändert, desto leichter kann auch eine jede einzelne Beobachtung den Standpunkt verrücken, von welchem aus die Thatsachen aufgefasst werden müssen. Leicht wird dann, wenn die Folgerungen, welche wir aus unseren Beobachtungen ziehen zu können glaubten, nicht mehr zu dem Stande passen, auf welchen eine neue Ansicht die Wissenschaft gestellt hat, auch das Thatsächliche übersehen, was diesen Schlüssen zum Grunde lag; um so mehr, wenn die Darstellung den Fehler begeht, Suppositionen und Schlussfolgerungen so mit den Thatsachen zu vermischen, dass es schwer hält, beide von

einander zu trennen. Ich habe mich vor dieser fehlerhaften Anordnung meines Schriftchens möglichst zu wahren gesucht, und desshalb in den einzelnen Abschnitten die Resultate der Beobachtungen, so wie ich sie auffasste, vorausgeschickt, ohne dass ich versucht hätte, sie weiter mit dem schon Bekannten zu verknüpfen oder die Ansichten, zu welchen sie mich geführt hatten, zugleich mitzutheilen. Was ich dann in dieser Rücksicht zu sagen hatte, habe ich stets sorgfältig getrennt und in einem zweiten Theile des Abschnittes nachgeschickt. So findet sich denn die nüchterne Beobachtung auf der einen, die Reflexion auf der anderen Seite. Dem Einen mag dies, dem Anderen jenes behagen. Wir sind glücklicher Weise auch in unseren Wissenschaften und in dem wissenschaftlichen Selbstgefühl so weit vorangeschritten, dass Jeder sich selbst für fähig hält, eine ihm genügende Erklärung einer Thatsache aufzustellen. Die Beobachtung muss ein Jeder hinnehmen, wie sie ist, bis ihre Unrichtigkeit oder Mangelhaftigkeit erwiesen wird; mit den daraus gezogenen Schlüssen ist es ein anderes. Jeder wird sie nach seiner Auffassungsweise verändern, verbessern oder nicht, allein Wenige mag es geben, welche sie gerade so hinnehmen, wie der Beobachter sie hinstellt. Es soll mich daher gar nicht wundern, wenn man meine eigenen Beobachtungen als Waffen gegen meine Ansichten gebrauchte; ich selbst werde keinen Augenblick anstehen, sie zu verändern, sobald neue Thatsachen mich von ihrer Unzulänglichkeit überzeugt haben.

Ich habe nicht vermeiden können, öfters mit den in „Entwicklungsleben im Wirbelthierreich" aufgestellten Ansichten des Hrn. Dr. Reichert zusammenzutreffen; zumal da der Frosch, an welchem er seine Untersuchungen anstellte, doch mit Alytes ziemlich nahe verwandt ist, wenn auch ihre Entwicklung wesentliche Verschiedenheiten darbietet. Allein ich muss offen bekennen, dass ich nicht ganz sicher weiss, ob ich immer gerade die Ansicht Reichert's bekämpfe. Es hat mir ungemeine Mühe gekostet, das Reichert'sche Buch zu verstehen, oder vielmehr auf den Punkt zu gelangen, wo ich glaubte, es verstanden zu haben. Es läuft alles gar sonderbar in einander in dem Buche; Thatsachen, Gedanken, Ahnungen, und man hat seine liebe Noth, bis man endlich begriffen hat, in welche dieser Abtheilungen das gehört, was man gerade liest. Oft hat es mir sogar geschienen, als hätte sich das Gesagte weit einfacher, schlichter und verständlicher sagen lassen; oft glaubte ich eine Absicht oder eine Art Liebhaberei des Verfassers zu erkennen, wesshalb gerade diese

schwer fassliche Darstellungsweise gewählt wurde. Das hat mich dann manchmal geärgert und ich weiss nicht, ob der üble Humor mir nicht zuweilen Streiche gespielt und mich das Gelesene anders hat auffassen lassen, als ich hätte sollen. Man hat so entsetzlich viel zu lesen in unserer wissenschaftlich ausnehmend thätigen Zeit, dass es mir eine unverantwortliche Sünde eines Autors scheint, wenn er nicht so klar und bündig als möglich schreibt. Möge ich durch vorliegendes Schriftchen an dieser Sünde keinen Theil genommen haben!

Neuchâtel, im Juli 1841.

C. Vogt.



Das Ei im Ovarium. Einfluss der Befruchtung auf seinen Inhalt. Furchung und Zellenbildung des Dotters.

In den jüngsten Eiern, welche sich im Stroma des Ovariums befinden, und nur durch starke Vergrösserungen entdeckt werden können, unterscheidet man deutlich die *Dotterhaut*, den hellen, durchsichtigen, hie und da Körnchen enthaltenden *Dotter*, das *Keimbläschen* und die *Keimflecke*. Das Keimbläschen ist ziemlich gross, vollkommen rund und scheint excentrisch an einer Stelle der inneren Fläche der Dotterhaut angeheftet. Oeffnet man aber das Eichen vorsichtig durch Druck unter dem Compressorium, so schlüpft oft unversehrt das Keimbläschen aus der Hülle hervor. Die es begränzende Membran ist äusserst zart und fein, so dass nur eine Linie sie unter dem Microscope bezeichnet; aber elastisch, so dass durch Druck, Rollen etc. das Keimbläschen leicht mehr oder minder von seiner Kugelform abweichen kann, ehe es platzt. Die neben der hellen, klaren Flüssigkeit, welche es einschliesst, in seinem Innern befindlichen Keimflecke wechseln an der Zahl. *Es sind ihrer um so weniger, und sie sind um so kleiner, je jünger und kleiner das Eichen ist.* Sie scheinen an der inneren Wand des Keimbläschens fest zu hängen, wovon man sich durch Rollen des freien Keimbläschens unter dem Microscope überzeugen kann. Zerdrückt man das Keimbläschen, so bleiben sie nicht an der zerborstenen Haut hängen, sondern folgen der austretenden Flüssigkeit; ein Beweis, dass sie an der Keimbläschenmembran nur lose angedrückt, nicht angeheftet sind. Die Keimflecke haben durchaus nicht das Ansehen fester Körper; sie enthalten nichts Körniges in ihrem Inneren, sondern gleichen ganz hohlen, plattgedrückten, von

einer sehr zarten Haut umgebenen Bläschen. Sie sind vollkommen durchsichtig, ihre Umgränzung deutlich und scharf, nicht stets rund, sondern in mancherlei unregelmässigen Formen von der Kreisgestalt abweichend, und in demselben Ei meist ziemlich von einer Grösse. Sehr oft sind in den jüngern Eiern die Keimflecke mehr an einer Stelle des Keimbläschens versammelt und nicht gleichmässig über seine ganze Oberfläche zerstreut. Die Dotterhaut, welche das Ei umgibt, ist stets, auch in der frühesten Jugend, vollkommen structurlos; der Dotter eine gelatinöse, durchsichtige Flüssigkeit.

Das Ei wächst nur langsam seiner allmäligen Reife entgegen, und es scheint aus der verschiedenen Grösse, welche die unreifen Eier haben, geschlossen werden zu können, dass mehrere Jahre zur Ausbildung des Eies im Eierstocke nöthig sind. Bei diesem Wachsthume *wachsen alle* constituirenden Theile des Eies; Keimbläschen und Keimflecke eben so gut, als Dotter und Dotterhaut, jedoch nicht in gleichem Verhältniss. Am meisten dehnen sich Dotter und Dotterhaut aus, während Keimbläschen und Flecke mehr zurückbleiben, so dass mithin diese beiden Organe verhältnissmässig um so kleiner sind, je älter das Ei ist, wenn auch ihre absolute Grösse weit bedeutender ist, als in jüngeren Eiern.

Der *Dotter* ändert bei diesem Wachsthum seine Beschaffenheit. In seiner hellen Flüssigkeit schlagen sich allmälig mehr und mehr dunkle Körnchen nieder, welche anfangs ausserordentlich klein, punktförmig sind und hie und da in Gruppen abgelagert scheinen. Zerdrückt man den Dotter, so zeigen diese Körnchen lebhafte Molekularbewegung. Allmälig vergrössern sie sich, während zugleich ihre Zahl zunimmt. Sie erscheinen dann als kleine, runde, sehr scharf und dunkel begränzte Körperchen, welche durch ihre grosse Menge das Ei vollkommen verdunkeln. Nur ein hellerer, unbestimmt begränzter Kreis zeigt in einem solchen Ei den Ort an, wo das Keimbläschen liegt. Je mehr das Ei der Reife sich nähert, desto mehr weicht die allgemeine Form dieser Körperchen von der Kugelform ab. Sie werden platt, und in nahezu reifen Eiern, welche der Loslösung nahe sind, oder in eben gelegten, findet sich der ganze Dotter aus einer unzähligen Menge kleiner, mehr oder minder quadratischer Täfelchen mit abgestumpften Ecken und Kanten zusammengesetzt. Diese Täfelchen sind von ziemlich fester Konsistenz, lassen sich jedoch unter dem Compressorium leicht zerdrücken, indem sie einen wachsartigen Widerstand leisten. Sie zerspringen bei der Pressung in unregel-

mässige Stückchen. Oft auch zeigen sich an ihnen Risse und Spalten, welche durch die Verdunstung der sparsam sie umgebenden Flüssigkeit und theilweises Trockenwerden unter dem Microscop veranlasst scheinen. Ihre Umrisse sind grob und dick, der sie umgebende Schatten stark, das einzelne Körperchen für sich halbdurchsichtig. In grösserer Menge angehäuft, sind sie unter dem Microscope bei durchfallendem Lichte vollkommen undurchsichtig; bei auffallendem Lichte matt weiss ins Schwefelgelbe ziehend. Das Ei des Alytes verdankt diesen Körperchen seine gelbweisse Farbe. In kochendem Weingeist und Aether lösen sie sich leicht auf und lässt sich durch Wasser aus dieser Auflösung eine fette Substanz abscheiden. Es sind demnach diese quadratischen Täfelchen nichts anders als Ablagerungen eines ziemlich festen Fettes (Stearin?) innerhalb des Dotters, welche sich bei dem Alytes, wie bei den Batrachiern überhaupt, nur dadurch von den Fettablagerungen in andern Eiern unterscheiden, dass sie in jenen eine bestimmte feste Form angenommen haben, während in den Eiern der übrigen Thiere sie meist in flüssiger Form verbleiben; wie sie denn z. B. bei den Fischen bald als mehrfach zertheilte Oeltröpfchen (Salmonen), bald als ein einziger Oeltropfen (Percoiden) vorhanden sind.

Stets findet man zwischen diesen Stearintäfelchen kleinere punktförmige Massen mit Molecularbewegung; wie es scheint, unausgebildete Täfelchen, welche nach und nach während der Entwicklung heranwachsen.

Zellen, oder zellenähnliche Gebilde, existiren nicht in dem Dotter, so lange das Ei im Ovarium verweilt. Die Täfelchen sind frei in demselben angehäuft, ohne von besonderen Zellenwänden umschlossen zu sein. Bildung neuer Zellen im Dotter tritt erst nach dem Legen des Eies ein.

Das *Keimbläschen* erleidet während des Wachsthums keine Structurveränderungen. Stets stellt es dieselbe structurlose, durchsichtige Blase mit Flüssigkeit gefüllt dar, welche excentrisch zwar an einer Stelle der Dotterhaut anliegt, allein nicht angeheftet ist. Wohl aber bildet sich während des Wachsthums im Ovarium eine eigenthümliche Form desselben aus, welche ich bis jetzt nur bei Alytes gesehen habe. Statt nämlich seine runde Gestalt beizubehalten, erhält es eine zackige, aus- und einbiegende Begränzung, welche im Allgemeinen kreisförmig, fast regelmässige Aus- und Einsprünge, etwa wie eine Mauerzinne mit abgerundeten Winkeln darstellt. Worin diese eigenthümliche

Form begründet sei, weiss ich nicht anzugeben; doch scheint ein innerer Grund dafür in dem Keimbläschen selbst zu liegen, da selbst das aus dem zersprengten Ei frei zu Tage tretende Keimbläschen diese zackige Begränzung beibehält. Es scheint, als ob gegen die Zeit der Reife das Keimbläschen wieder in bedeutenderem Maasse wachse, als etwa in der Mitte der Entwicklung; denn bei reifen Eiern, welche noch im Ovarium vorhanden sind, kann man es schon mit unbewaffnetem Auge leicht erblicken. Es bildet einen hellen, durchscheinenden Fleck auf der nach aussen gekehrten Seite des Eies, ganz wie wenn helles, durchsichtiges Wasser an diesem Orte abgelagert wäre. Sein Umfang beträgt etwa ein Drittel des Eiumfanges, sein räumlicher Inhalt dagegen weit weniger, da, wie man sicht leicht überzeugen kann, es sehr stark abgeplattet ist, mithin im Ganzen einem Linsenkerne in seiner Gestalt ähnelt. Mit einiger Sorgfalt kann man es dann leicht aus dem Ei herausnehmen und isolirt für sich untersuchen. Allein auch die stärksten Vergrösserungen lassen weder an der umschliessenden Haut, noch an der eingeschlossenen Flüssigkeit die geringste Organisation wahrnehmen.

Wohl aber lassen sich bei einem solchen isolirten Keimbläschen die *Keimflecke* schön und deutlich beobachten. Sie sind in verhältnissmässig sehr grosser Zahl, oft gegen 40, vorhanden, und wie das Keimbläschen an der Dotterhaut, so längs der inneren Fläche des Keimbläschens zerstreut angeheftet. Ihre Begränzung ist nett und scharf, ihr Inhalt glashell; doch unterscheidet er sich, wie es scheint, vom Inhalte des Keimbläschens durch ein verschiedenes Verhalten zum Lichte, indem die Keimflecke stets durch eine ins Bläuliche spielende Tinte sich vor der reinen, durchsichtigen Keimbläschen-Flüssigkeit auszeichnen. Ihre Form ist selten rund, meist mehr oder weniger oval. Offenbar sind sie platt gedrückt; sobald aber das Keimbläschen geöffnet wird, so nehmen sie beim Heraustreten eine fast vollkommene Kugelgestalt an. Sie erscheinen dann im Wasser, welches sie durchaus nicht in ihrer Form beeinträchtigt, schwimmend, als hohle, von einer sehr dünnen, structurlosen Membran gebildete Blasen, welche leicht, beim Hindurchschlüpfen zwischen härtern Gegenständen, z. B. Dotterkörnern, oder beim Druck eine abweichende Gestalt annehmen, aber sogleich nach Wegräumung des Hindernisses sich wieder in ihrer Kugelgestalt entfalten. Kerne oder Körperchen irgend einer Art lassen sich darin nicht wahrnehmen. Ihre Grösse, wenn sie als freies Bläschen erschei-

nen, ist etwas bedeutender, als die eines Stearintäfelchens; im Keimbläschen enthalten, erscheinen sie meist, der Abplattung wegen, etwas grösser.

Das zum Austritt reife Ei des Ovariums ist demnach aus folgenden Theilen zusammengesetzt: der Dotterhaut, welche structurlos, nur durch ihre grössere Festigkeit sich von den übrigen Membranen im Ei unterscheidet; dem Dotter, aus grösseren Stearintäfelchen, kleineren Molecularkörpern (jungen Stearintafeln) und sehr wenig Flüssigkeit gebildet; dem bedeutend grossen, mit blossen Augen sichtbaren Keimbläschen, und den von runden Bläschen gebildeten Keimflecken.

Bei dem Durchgange durch den Eileiter erhält das Ei eine neue Hülle. Dort wird ein klebriger, flüssiger Stoff abgelagert, welcher, an die Luft gebracht, nach und nach zu einer cautschucähnlichen Masse erhärtet. Dieser Stoff umhüllt die Eier und bildet eine Art Schale um sie. Doch klebt er nicht an die Dotterhaut, vielmehr kann sich das Ei frei in seiner Höhle drehen und sobald man die Hülle durch einen Schnitt auch nur ein wenig öffnet, so wird durch ihre Elastizität das Ei hervorgepresst. Die Art, wie der Alytes seine Eier besorgt, hat etwas ganz Eigenthümliches. Der erwähnte Stoff, welcher die Hülle der Eier bildet, setzt sich als ein dünner Strang von einem Ei zum andern fort, so dass sämmtliche Eier, welche bei der Begattung ausgestossen werden, wie eine Perlschnur an einander hängen. Jedoch sind die Distanzen eines Eies vom andern ziemlich gross, etwa ein Zoll und mehr. Die übrigen Kröten zeigen etwas Aehnliches in ihren langen, ununterbrochenen Eierschnüren; allein die Eier sind darin weit mehr genähert, und der umhüllende Stoff hat nicht die cautschucähnliche Beschaffenheit des Eierstranges von Alytes, sondern die der Gallerte, worin auch die Froscheier eingegraben liegen. Ich habe nie das Glück gehabt, einer Begattung beiwohnen zu können, obgleich ich eine Schaar von Alytes zu Hause hatte, welche während ihres Aufenthaltes bei mir fleissig Eier legten; sie scheint aber auf dem Lande, im Mergel selbst, und nicht im Wasser vor sich zu gehen. Wahrscheinlich umfasst das Männchen das Weibchen wie bei den andern froschartigen Thieren und wickelt sich die austretenden Eier, während es sie befruchtet, um die Hinterbeine. Es bilden dann diese Eier ein dickes Paket um und zwischen den Schenkeln, meist durch mannigfaltige Umwicklung der Schnur um die Gegend über dem Knie befestigt. Anfangs, wo der Umhüllungsstoff noch weich ist, kann die Kröte leicht das Eipaket von den Schenkeln abstreifen, und sobald sie sich beunruhigt

sieht, ist diess auch das erste Geschäft. Der cautschucähnliche Umhüllungsstoff wird aber bald fester an der Luft, zieht sich mehr und mehr zusammen und das Eipaket haftet dann so fest, dass es die Kröte nicht mehr abstreifen kann. Ich habe Thiere gesehen, welche Eipakete mit fast zur Enthüllung reifen Embryonen trugen, deren Hinterschenkel so zusammen geschnürt waren, dass nach Entfernung der Eischnur eine tiefe Strangulationsrinne über dem Knie noch längere Zeit bemerklich blieb. Dass die Begattung auf dem Lande geschieht, schliesse ich aus folgendem Umstande: Ich fand nämlich fast bei allen im Freien gefangenen, eiertragenden Kröten in der Mitte des Eipakets, wo die mannigfach verwirrten Zwischenfäden einen dicken Fadenstock bilden, um welchen die Eier gelagert sind, Mergeltheile zwischen den Fäden des Stockes angehäuft, und viele dieser Stöcke waren so dicht, dass die Mergeltheile unmöglich später, nach vollzogener Aufwicklung um die Schenkel, in die inneren Zwischenräume gelangt sein konnten. Ebenso habe ich mich durch Untersuchung der frischen Geschlechtstheile der eiertragenden Kröten überzeugen können, dass *Agassiz* vollkommen Recht hatte in der Behauptung, die Männchen seien es, welche die Eier trügen. Ich habe unter mehreren Dutzend Eierträgern, welche ich secirt habe, kein Weibchen gefunden.

In Eiern, welche erst seit wenigen Stunden gelegt sein konnten, da noch durchaus keine Spur von Furchenbildung daran beobachtet werden konnte, war *das Keimbläschen verschwunden* und auf keine Weise aufzufinden. Da es so deutlich in den reifen Ovarialeiern sichtbar war, so konnte ich über sein Verschwinden keinen Zweifel hegen. Ein Bläschen dieser Grösse hätte auch durch Zurückziehen gegen die Mitte des Eies hin der Beobachtung nicht entzogen werden können. An dem Dotter war durchaus keine Veränderung wahrzunehmen. Die Keimflecke schienen ebenfalls verschwunden. Allein bei beharrlicher Untersuchung sah ich endlich kleine helle Blasen, vollkommen rund und durchsichtig, kurz ganz den aus dem Keimbläschen hervorgedrückten Keimflecken ähnlich, hie und da im Dotter zerstreut, und es gelang mir endlich, indem ich einen unverletzten Dotter unter dem Microscope nach und nach im Compressorium zerdrückte, zu beobachten, dass diese hellen Bläschen in der äussersten Rindenschicht des Dotters hie und da vergraben lagen. Ob sie nur über die eine Hälfte des Eies, oder über seinen ganzen Umfang zerstreut waren, kann ich nicht mit Bestimmtheit angeben, doch schien mir ersteres der Fall zu sein. Meist waren diese Bläschen von Stearintäfelchen

und Molecularkörperchen so umlagert, dass es schwer hielt, die sie bildende zarte Membran zu erblicken; durch Rollen unter dem Microscope konnte ich mich überzeugen, dass sie wirklich eine solche besassen. Im Innern dieser Bläschen konnte ich durchaus keinen festen Inhalt irgend einer Art wahrnehmen.

Es bestand demnach das seit einigen Stunden gelegte Ei aus der Dotterhaut, dem unveränderten Dotter und den durch Verschwinden des Keimbläschens freigewordenen Keimflecken, welche als feine, durchsichtige Bläschen in der äusseren Rindenschicht des Dotters und zwar wahrscheinlich nur auf der einen Eihälfte zerstreut lagen.

Die Entwicklung des Alytes zeichnet sich vor der anderer Batrachier durch ihre Langsamkeit, namentlich in Ausbildung der ersten Stadien aus. Es scheint diess hauptsächlich auf dem Umstande zu beruhen, dass sogleich nach geschehener Begattung das Männchen mit dem Eipakete sich in den feuchten Mergel vergräbt, und dort, ohne das Loch zu verlassen um nach Nahrung zu gehen, so lange bleibt, bis die Embryonen die Eihüllen durchbrechen, d. h. etwa einen Monat lang. Die Temperatur der Mergellage, worin die Kröte lebt, ist aber im Anfang Aprils, wo die Begattungszeit eintrifft, gerade nicht warm zu nennen. *Rusconi* hat nun schon auf das Ueberzeugendste nachgewiesen, dass niedrige Temperaturen äusserst hemmend auf die Entwicklung der ersten Stadien des Eies einwirken und dass namentlich die erste Bildung, wie der rasche Fortgang der Furchenbildung durch Erhöhung oder Erniedrigung der Temperatur fast nach Willkür geleitet werden kann. Es scheint demnach, als ob die Kälte der Mergellager mehr als ein innerer Grund die Verzögerung der Furchenbildung veranlasse. Denn diese erscheint in der That erst sehr spät im Vergleich zu andern Batrachiern. Obgleich ich das Auftreten der ersten Furche nicht nach Stunden bestimmen kann, da ich nie die Kröten in der Begattung, welche wahrscheinlich in der Nacht geschieht, belauschen konnte, so kann ich doch so viel angeben, dass ich an Eiern, welche seit 40—48 Stunden gelegt sein mussten, nur die erste Meridianfurche gebildet fand, und die folgenden in ihrer Entwicklung beobachten konnte. Fast nach 4 Tagen war die Furchenbildung vollendet und die glatte Oberfläche der Dotterkugel wieder hergestellt. In dem äusseren Auftreten hat die Furchenbildung manches Abweichende von den so genau beschriebenen Vorgängen derselben Art in den Froscheiern. Sie scheint weniger regelmässig zu sein; wenigstens habe ich unter vielen untersuchten Eiern kein einziges angetroffen, in welchem mehr

als die 4 ersten Furchen regelmässig gewesen wären und genau in rechten Winkeln einander durchschnitten hätten, und selbst dieser Fall war nur selten; die durch spätere Furchen abgetheilten Felder hingegen waren stets äusserst unregelmässig. Eine weitere Verschiedenheit von den übrigen bis jetzt untersuchten Batrachiern, welche wesentlicher erscheinen dürfte, ist die, dass selbst die erste Meridianfurche nie das Ei vollkommen in zwei Hälften theilt, sondern stets mehr oder weniger gegen den untern Pol des Eies hin (welcher indess durchaus nicht vorher von dem oberen zu unterscheiden ist) sich verwischt, so dass sie selten mehr als zwei Drittel der Dotterkugel umfasst. Alle nächstfolgenden Furchen hingegen, sie mögen Meridian- oder Aequatorialfurchen sein, zeigen sich stets nur auf der oberen Polhälfte, während die untere vollkommen glatt bleibt und nicht von ihnen afficirt wird. Es können desshalb, da sich die Eier stets mit der gefurchten Hälfte nach oben drehen, alle Phasen der Furchenbildung an ihnen studirt werden, ohne sie im Geringsten aus der Lage bringen zu müssen. Mit dieser geringeren Erstreckung der Furchen hängt auch ihre bei weitem unbeträchtlichere Tiefe zusammen; selbst durch Erhärtung, welche bekanntlich die Furchen weit tiefer reisst, als sie im unpräparirten Dotter sind, konnte ich nicht finden, dass die Spalten tiefer als höchstens ein Viertel des Durchmessers nach innen hinein ragten. Auf das Bestimmteste habe ich mich überzeugen können, dass die Dotterhaut nicht glatt über die Furchen läuft, sondern auch die inneren, einander zugewandten Flächen derselben überzieht, mithin hier eine nach innen eingedrückte Falte schlägt. Ob indess diese Falte bis auf den Grund der Furche geht, oder sich früher umschlägt, konnte ich nicht genau ermitteln.

Eine besondere Aufmerksamkeit verdienen die Veränderungen des Dotters vor und während der Furchenbildungen. Vielleicht schon während des Durchganges durch den Eileiter, gewiss aber noch vor dem Auftreten der ersten Furche bemerkt man, dass im Umkreise des Dotters, namentlich aber in der Rindenschicht der oberen Polhälfte und in der Centralhöhle, welche von dieser ausgeht und beim Alytes nur sehr klein ist, sich mehr und mehr moleculare Körperchen anhäufen, während die grösseren Stearintäfelchen in der Mitte des Dotters zusammengedrängt sind. Es finden sich daher jetzt nur noch wenige Keimflecke, oder wie ich sie passender nennen möchte, Keimzellen, welche von Stearintäfelchen umgeben wären; meist liegen sie in einer Anzahl kleinerer Täfelchen und molecularer Körperchen eingebettet. Je mehr die Furchung fortschreitet,

desto auffallender wird diese Umänderung der Rindenschicht des Dotters und ist sie beendigt, so erscheinen alle Keimzellen nur von kleineren Täfelchen, welche jetzt mehr kugelförmig sich darstellen, und molecularen Theilchen dazwischen umlagert. Wie auch aus der Metamorphose der später zu beschreibenden Dotterzellen hervorgeht, so beruht diese Umänderung der Rindenschicht lediglich auf der fortschreitenden Absorption und Rückbildung der Stearintäfelchen und es scheinen diese bei dem Prozesse der Aufsaugung ganz dieselben Stufenleitern zu durchlaufen, welche wir durch die Wachsthumsverhältnisse des Ovarialeies für ihre Entstehung und allmälige Ausbildung kennen gelernt haben.

Ich habe oben bemerkt, dass eine jede Furche von einer Falte der Dotterhaut ausgekleidet wird. Sobald daher die Furchenbildung bis zu der Maulbeerform oder weiter noch vorgeschritten ist, so erscheint der Dotter an der gefurchten Hälfte von einer Menge von Klümpchen zusammengesetzt, deren jedes von einer dünnen Haut theilweise umgeben ist. Die in dem Innern dieser Klümpchen enthaltenen Keimzellen vermehren noch die durch die Form gewährte Aehnlichkeit mit Dotterzellen. Betrachtet man aber die Sache genauer, so sieht man, dass alle diese Klümpchen nur auf ihrer nach aussen gekehrten Seite von einer Membran umgeben sind, nach innen hingegen ohne Begränzung in die Dottermasse übergehen. Ferner enthält zuweilen ein solches durch die Furchungen abgeschnürtes Klümpchen mehrere Keimzellen, während andere durchaus keine enthalten. Es kann demnach für diese Furchenklümpchen der Name *Zellen* durchaus nicht angesprochen werden. Es ist möglich, dass bei den Fröschen, wo die Furchen tiefer einschneiden und die Falten der Dotterhaut desshalb auch weiter nach innen vordringen, diese Faltenklümpchen fast gänzlich von Dotterhaut umschlossen werden und so den später entstehenden Dotterzellen ähnlich werden. Ich habe, bei der Seltenheit der Frösche in Neuchâtel und zu sehr beschäftigt mit Alytes, über diesen Punkt keine Beobachtungen anstellen können; es scheint aber dieses Verhältniss aus dem Umstande hervorzugehen, dass Dr. *Bergmann* in Göttingen wirklich für diese Furchenklümpchen der Frösche den Namen und die Bedeutung von Zellen vindiziren will (*Müller*'s Archiv 1841, Heft 1, S. 89 ff.). Bei Alytes sichert die geringe Tiefe der Falten und die nur theilweise Umschliessung der Klümpchen durch dieselben gegen einen solchen Irrthum. Meine Beobachtungen geben mir vielmehr für Alytes das bestimmte

Resultat, dass Zellenbildung im Dotter erst beginnt, wenn die Furchung vorüber ist, und vergleichende Untersuchungen an Fischen haben mich zur Ueberzeugung gebracht, dass die so allgemein im Thierreiche vorkommende Furchenbildung im Eie vor der Bildung des Embryo vielleicht in jeder Klasse in einer besondern Beziehung zu der Zellenbildung, im Embryo wie im Dotter steht; denn während sie bei Alytes der Zellenbildung vorausgeht und beendigt ist, wenn diese beginnt, so ist sie hingegen bei den Fischen aus der Familie der Salmonen eine Folge der Zellenbildung in der Embryonalanlage, und bedingt durch das übermässige Wachsen der alten, und die Entstehung von neuen, jungen Zellen in der Embryonalanlage. In meiner Entwicklungsgeschichte der Palée, Coregonus palæa Cuv., welche demnächst als zweites Heft der Agassiz'schen Monographie der Süsswasserfische Mitteleuropa's erscheinen wird, habe ich das Speciellere dieser Verhältnisse bei diesem Fische erörtert, verweise daher auf das dort Gesagte.

Sobald die Furchungen beendet sind, und der Dotter wieder glatt geworden, scheint er eine kurze Ruhe zu geniessen. Wenn aber keine nach aussen vorspringende Bildungsthätigkeit sich jetzt in ihm offenbart, so beruht diess einzig und allein auf dem Umstande, dass sie sich nach innen gewandt hat, um das gleichsam roh angehäufte Dottermaterial zu dem späteren Aufbau des Embryo vorzubereiten. Die Zellenbildung im Dotter ist es jetzt, worauf sich die Bildungsthätigkeit hinlenkt.

Wie oben bemerkt, hatte sich, wahrscheinlich durch allmälige Reduction der grösseren Stearintäfelchen im Umkreise des Dotters eine Rindenschicht ausgebildet, welche fast nur aus molecularen Körperchen bestand, in welchen hie und da freie Keimzellen eingebettet lagen. Von dieser Rindenschicht aus beginnt die Zellenbildung und schreitet allmälig gegen das Innere des Dotters, das die grösseren Täfelchen erfüllen, fort. Die Zellenbildung beginnt um den oberen gefurchten Pol herum, verbreitet sich erst über die Rindenschicht und dringt dann erst gegen das Innere vor. Ich habe viele Eier unter den Augen gehabt, wo die ganze Rindenschicht schon aus Zellen zusammengefügt war, während der Dotterkern noch keine Spur einer solchen Zusammensetzung darbot. Ich habe andere beobachtet, wo erst in geringem Umkreise um den gefurchten Pol Zellen vorhanden waren, und der grösste Theil der Rindenschicht noch keine solchen besass. Offenbar bilden sich die ersten Zellen in der Rindenschicht auf die Weise, dass sich um jede in derselben eingebettete Keimzelle in einer gewissen Distanz eine Membran bildet,

welche eine grosse Menge des Molecularinhaltes nebst der Keimzelle einschliesst. Anfänglich scheint diese Membran noch äusserst weich und unbestimmt; oft konnte ich sie nur als einen undeutlichen, nicht vollständig in sich abgegränzten Schatten erkennen, dessen Begränzung mehr als ein Wechsel in der Beleuchtung, denn als eine für sich bestehende Haut erschien; einige Stunden später sah ich in Eiern aus demselben Paket schon die einzelnen Zellenwandungen scharf von einander getrennt und durch gegenseitige Anlagerung in mancherlei von der Kugelgestalt abweichenden Formen sich darstellend. Alle diese Zellen der Rindenschicht haben eine ziemlich bedeutende Grösse, so dass man sie schon mit schwacher Vergrösserung erkennen kann; ihre wahre Grösse konnte ich aus Mangel eines Micrometers nicht bestimmen. Eine jede der ursprünglich um den Pol gelagerten Zellen ohne Ausnahme enthält eine verschieden gelagerte Keimzelle in ihrem Innern und oft sind sie von Molecularinhalt so vollgepfropft, dass erst durch Druck die durchsichtige innere Zelle, welche, wie es scheint, jetzt die Bedeutung eines Kerns angenommen hat, zum Vorschein kommt. Zersprengt man die Zelle, so tritt die innere Keimzelle aus ihr hervor, ein Beweis, dass sie frei in der Höhlung der Zelle liegt, und nicht an der Innenfläche derselben irgendwo angeheftet ist.

In dem Dotterkern befinden sich keine Keimzellen. Es scheint aber, als ob sich hier in Mitten der Stearintäfelchen Bläschen bilden, welche von den aus dem Keimbläschen stammenden Keimzellen durchaus nicht zu unterscheiden sind. Sie haben die nämliche Grösse und denselben wasserklaren, flüssigen Inhalt, ohne die mindeste Spur von festeren Körperchen. Auch in der Rindenschicht findet ohne Zweifel Neubildung solcher, den Keimzellen durchaus ähnlichen Kernzellen statt, da die Zahl der dort angehäuften Zellen, welche alle ohne Ausnahme Kernzellen besitzen, weit grösser ist, als die Anzahl der in dem Keimbläschen enthaltenen Keimflecke. Ich habe einige Male Eier getroffen, in deren Dotterkern ich noch keine bestimmte Zellenbildung sehen konnte, obgleich die Rindenschicht schon aus Zellen zusammengefügt war, und in welchen ich hie und da freie Bläschen zwischen Stearintäfelchen eingebettet antraf. Freilich habe ich auch in andern Eiern, welche auf dem beschriebenen Punkte angelangt waren, keine solche Bläschen im Innern des Dotterkernes wahrnehmen können, ja selbst zuweilen in eben gebildeten Dotterzellen vergeblich nach solchen Kernzellen gesucht, und es könnten daher die im Innern des Dotterkernes sparsam zerstreuten Bläschen, welche

ich einige Male fand, Kernzellen gewesen sein, welche aus zerstörten Zellen der Rindenschicht beim Auseinanderbreiten des Dotters dahin geflossen waren. Welcher von diesen Zuständen auch vorhanden sein mag, er geht äusserst schnell vorüber und bald trifft man, wie in der Rindenschicht, im Dotter nur Zellen an. Diese Zellen scheinen sich auf dieselbe Weise zu bilden, wie in der Rindenschicht. Anfangs lässt nur ein Wechsel von Schatten und Licht, welcher in weiten Maschen den Dotterkern durchzieht, auf das Dasein einer zelligen Structur schliessen; bald aber sind die einzelnen Zellenmembranen consolidirt, der ganze Dotterkern mauerförmig aus denselben zusammengefügt und dann kann man auch in jeder solchen Dotterzelle eine bläschenförmige Kernzelle finden. Die Zellen des Dotterkerns sind weit grösser, als die der Rindenschicht, und enthalten eine Menge von Stearintäfelchen, welche meist so zusammengepresst erscheinen, dass sie, noch in der Zelle eingeschlossen, nur ihre schmale Seite dem Beschauer zuwenden. Das in ihnen eingeschlossene Kernbläschen wird meist erst durch Druck sichtbar, es liegt wie in den Rindenzellen, frei in der Höhlung, tritt oft beim Zerquetschen der Zellen hervor, und lässt sich von den in den Rindenzellen eingeschlossenen Kernbläschen nicht im Geringsten unterscheiden. Ebenso bieten die in den Zellen eingeschlossenen Stearintafeln nicht den mindesten Unterschied dar von denen, welche man im Dotterkern antraf, ehe derselbe Zellen enthielt; sie sind demnach offenbar bei der Bildung dieser Zellen von ihnen umschlossen worden.

Seitdem durch *Schwann*'s grossartige Arbeiten ein ganz neuer Standpunkt für die Untersuchung der Gewebe und ihrer Entwicklungsweise hergestellt wurde, hat sich der Eifer der Embryologen von neuem in dieses Feld der Untersuchung geworfen, und mehre vortreffliche Arbeiten über die Entwicklungsgeschichte sind die Früchte dieses Eifers gewesen. *Schwann* selbst hatte schon durch eine umfassende Erörterung der Verhältnisse des primitiven Eies die Aufmerksamkeit diesem Punkte zugewandt, und da selbst er ausgesprochen hatte, es sei noch zweifelhaft, ob das Keimbläschen des unbefruchteten Eies als Kern oder als junge Zelle in der Mutterzelle des Dotters anzusehen sei; da selbst er die Schwierigkeiten nicht übersah, welche, nach seiner Ansicht von der Zellenbildung,

sowohl der einen wie der andern Betrachtungsweise des Keimbläschens im Wege standen, so musste diess um so mehr zu erneuerter Untersuchung dieser Gebilde und ihres Verhältnisses zu dem Embryo auffordern. Zwar erklärt *Schwann* in einem Nachtrage zu seiner Schrift, durch *R. Wagner's* Beobachtungen bei Agrion sei aller Zweifel gehoben; es müsse das Keimbläschen als Kern der Eizelle, der oder die Keimflecke als Kernkörperchen betrachtet werden, da nach den erwähnten Beobachtungen der Keimfleck zuerst entstehe, um diesen das Keimbläschen und um dieses endlich die Dotterhaut, eine Entstehungsweise, welche auf das vollkommenste mit der Entstehung der thierischen wie pflanzlichen Zelle überhaupt übereinstimme. Allein damit war der Knoten zerhauen und nicht gelöst; es waren hierdurch die Einwürfe nicht widerlegt, welche *Schwann* selbst gegen diese Betrachtungsweise erhoben hatte. *Barry's* und *Bischoff's* Beobachtungen über das Säugethierei und die ersten zarten Anfänge der Entwicklung desselben in den Tuben, so sehr sie sich auch in einzelnen Punkten widersprechen mögen, scheinen mir doch darin übereinzukommen, dass sie dem Keimbläschen wie dem Keimflecke Metamorphosen zuschreiben, welche sie gar sonderbar von dem ihnen durch die von *Schwann* angenommenen Zellentheorie angewiesenen Platze entfernen. Ich habe daher, so viel es in meinen Kräften stand, versucht, bei Fischen und Batrachiern über meine Zweifel Aufklärung zu finden. Was ich bei Letzteren gesehen, habe ich oben angeführt; was ich bei Fischen beobachtet habe, werde ich nur in so fern hier benutzen, als es zur weitern Ausführung oder Unterstützung solcher Ansichten dienen kann, welche durch die Beobachtungen an Batrachiern nicht hinlänglich motivirt erscheinen würden; eine umfassende Darstellung der Entwicklungsgeschichte der Fische wird das oben angeführte Werk geben.

Zuerst von den Theilen des unbefruchteten Eies, ihrer Deutung und Bedeutung. Ueber diese würde freilich die erste Entstehung desselben die beste Auskunft geben. Allein leider ist grade die Entstehung der primitiven Eier bis jetzt noch von undurchdringlichem Dunkel umhüllt. Es möchte auch in der That nichts schwerer fallen, als in dem Gewebe des Eierstockes, welches bald aus dichten Faserlagen, bald aus vielfach gehäuften Zellenschichten besteht, die kleinen Keimflecke oder Keimbläschen oder primitiven Eizellchen wahrzunehmen. Welches Kriterium würde uns von andern Zellen oder Zellenkernen sie zu unterscheiden lehren? *Wagner* selbst, der Einzige, welcher in

diese dunkle Materie einigermassen eingetreten ist, wagt in seiner Physiologie, bei Erwähnung seiner Untersuchung der Eierstöcke von Agrion, nicht, die letzten zellenähnlichen Gebilde, welche er in den feinsten Endfäden des Ovariums fand, für Keimbläschen mit Kern anzusehen, sondern stellt gerade diese Identität in Frage, indem er angibt, auch bei den kleinsten Eiern noch die das Keimbläschen umhüllende Dotterhaut mit ihrem Inhalte, dem wasserklaren Dotter gesehen zu haben. Ich selbst könnte nur *Wagner's* Worte wiederholen, wollte ich anführen, dass ich nie in dem Ovarium höherer Thiere ein Eichen gefunden habe, welches nicht Dotterhaut, Dotter, Keimbläschen und Keimflecke besessen hätte. Diese Quelle der Belehrung also, die Entstehung des primitiven Eies, bleibt uns demnach vor der Hand noch verschlossen.

Das Wachsthum der einzelnen Eitheile ist ein zweites Moment, welches nur unsichere, mehr oder weniger hypothetische, Aufschlüsse uns geben kann.

Ich habe oben angegeben, wie auch der Alytes in die Reihe der übrigen Thiere dadurch tritt, dass je jünger das Ei, desto geringer auch der Dotter ist, desto grösser das Keimbläschen im Verhältniss zum ganzen Ei. Allein Unrecht hat man gehabt, über diesem unverhältnissmässigen Wachsthum des Dotters dasjenige der andern Eitheile fast gänzlich zu übersehen. Das Keimbläschen liess man freilich noch etwas wachsen, allein auch bald gänzlich stille stehen; den Keimfleck dagegen als ein völlig unveränderliches Gebilde anzusehen, war man von jeher gewöhnt.

Bei Alytes konnte ich, eines Micrometers entbehrend, die Zunahme der einzelnen Theile nur abschätzen, was indessen nicht so täuschend ist, als man glauben sollte, da man in einem jeden Stückchen des Ovariums Eierchen von allen Grössen und von jedem Alter neben einander zu gleicher Zeit unter dem Gesichtsfelde haben kann. Doch liess ich die Gelegenheit, das *Schiek*'sche Schraubenmikrometer *Valentin's*, welches dessen zuvorkommende Güte mir einige Zeit lang überliess, zu gebrauchen nicht unbenutzt, und will hier aus vielen Messungen, welche ich an unreifen Hechteiern anstellte, folgende vier zusammenstellen, da sie für die daran zu knüpfenden Folgerungen beweisend genug sind.

	Durchmesser des ganzen Eies.	Durchmesser des Keimbläschens.	Durchmesser der Keimflecke.
I.	0,000263	0,000137	1) 0,000052
			2) 0, 28
II.	0,000484	0,000166	1) 0, 49
			2) 0, 48
			3) 0, 43
			4) 0, 36
			5) 0, 20
III.	0,000627	0,000275	1) 0, 67
			1a) 0, 32
			2) 0, 63
			2a) 0, 30
			3) 0, 28
IV.	0,000805	0,000282	1-20) 0, 30

Die Stufenleiter, welche in diesen 4 Messungen für das gegenseitige Verhalten des Dotters zu dem Keimbläschen sich ergibt, springt bei dem ersten Blick in die Augen. Während der Durchmesser des ersteren etwa um das Dreifache zunimmt, verlängert sich der Durchmesser des Keimbläschens nur um die Hälfte, ein Missverhältniss, welches noch um so greller hervortritt, wenn man bedenkt, dass wir hier nur die Verhältnisse der Durchmesser von kugelförmigen Gebilden geben.

Merkwürdig dagegen erscheint das Verhalten der Keimflecke. Sie stellen beim Hechte, wie bei allen Knochenfischen und Batrachiern, kleine hohle Bläschen dar, welche an der inneren Wand des Keimbläschens lagern, und an dieselbe angedrückt, daher etwas abgeplattet erscheinen. Wie beim Alytes, so zeigten sich auch beim Hechte ihrer um so weniger, je jünger das Ei war. In den jüngsten Eiern waren 2 bis 3, in den ältern 5 bis 10, und in den noch weiter vorgerückten war meist die ganze Innenwand des Keimbläschens so mit ihnen bepflastert, dass man ihre Zahl wohl auf 40 und mehr schätzen konnte, ein genaues Zählen aber durchaus unmöglich war. Was mich aber lange Zeit bald an der Richtigkeit des Mikrometers, ja fast an der meiner eigenen Augen

zweifeln liess, war der Umstand, dass offenbar die in den jüngern Eiern enthaltenen Keimflecke weit grösser seien, als die in den älteren Eiern sichtbaren. Ich konnte mir lange Zeit keine genügende Erklärung dieses Umstandes geben. Dass neue Keimflecke entständen während dem Verweilen des Eies im Ovarium, schien mir aus frühern Beobachtungen schon sehr wahrscheinlich; warum aber war diese junge Brut kleiner als die alten? Warum fanden sich keine solche Keimbläschen vor, wo die alten Keimflecke in ihrer ganzen Grösse noch bestanden, während die junge Brut sich um sie sammelte? Und dann, was wurde aus den alten Keimflecken? Verschwanden sie? Zogen sie sich zusammen?

Endlich wurden durch das Ei, dessen Messungen ich unter III mittheile, meine Zweifel gelöst. Hier sah ich nämlich deutlich drei Keimflecke in dem Keimbläschen, ganz von derselben Art, wie bei den übrigen. In zweien, den grössten, dieser Keimflecke aber war ein zweiter eingeschachtelt. Diese beiden eingeschachtelten Keimflecke trugen sonst alle Charactere der in ältern Eiern befindlichen freien Keimflecke. Sie stellten sich ebenfalls als hohle, scharf begrenzte Bläschen dem Auge dar und hatten etwa dieselbe Grösse, wie die in den ältern Eiern existirenden, während die sie einschliessenden Bläschen alle bisher gemessenen Keimflecke an Grösse übertrafen. Trotz vielen Suchens fand ich nur diess eine Ei, welches solche eingeschachtelte Keimflecke enthielt; es gelang mir aber, die äussere Hülle zu zersprengen, das Keimbläschen unversehrt zu isoliren, wo ich mich dann durch Rollen unter dem Mikroskope überzeugen konnte, dass diese Einschachtelung wirklich vorhanden sei.

Der Aal zeigte mir im Monat Mai analoge Verhältnisse in seinen Eiern, welche aber doch in ihren Resultaten verschieden waren. Hier waren der Keimflecke um so mehr, je jünger die Eier waren, allein sie waren auch desto kleiner. In den jüngsten Eiern war die ganze Wand des Keimbläschens mit bläschenartigen Flecken tapezirt, in den ältern lagen meistens nur ein oder zwei sehr grosse kugelförmige Keimflecke in der Höhle des Keimbläschens und zahlreiche Zwischenstufen zwischen beiden Extremen fanden sich, welche nachwiesen, dass beim Aal nach und nach einer oder mehrere Keimflecke auf Kosten der übrigen sich ausdehnen.

Bei der Palée hingegen bleibt zwar nicht dieselbe Anzahl der Keimflecke, doch vermehren sie sich nicht so auffallend, wie beim Hecht und den Batrachiern; sie wachsen

aber und sind um so grösser, je älter der Eierstock ist, in welchem sie sich befinden.

Dasselbe Leben, welches in den übrigen Eitheilen waltet, wirkt demnach auch in dem Keimbläschen und seinem Inhalt während des Aufenthalts im Ovarium; und wenn es freilich im Vergleich zu den ungemeinen Entwicklungen nach der Befruchtung, nur latent genannt werden kann, so sind doch seine Aeusserungen nichts desto weniger reel. In den Keimflecken namentlich, die man seither als ein einmal Gegebenes, aber Unveränderliches betrachtete, regt sich diess Leben und äussert sich in mannigfachen Veränderungen, die sogar bei jeder Species einen verschiedenen Gang zu nehmen scheinen. Die einfachste Formveränderung findet sich bei den Salmonen und Batrachiern; die Keimflecke nehmen an Grösse zu, während gleichzeitig, ausserhalb der älteren, jüngere Keimflecke, frei im Keimbläschen, wenn auch bei ersteren in geringer Anzahl, sich bilden. Beim Aal entwickeln sich einige auf Kosten der übrigen, welche wieder verschwinden; beim Hechte endlich tritt die complicirteste Entwicklungsweise hervor; theils bildet sich eine neue Generation in den alten Keimflecken, worauf diese alten Mutter-Keimflecke resorbirt werden, theils müssen sich unabhängig von den alten in der Keimbläschenflüssigkeit selbst neue Keimflecke bilden, da die Zahl mit dem Alter des Eies zunimmt, während doch ein Mutterkeimfleck stets nur *einen* jungen Keimfleck enthält.

Gerade aber diese verschiedene Aeusserungen des Lebens in den Keimflecken führen uns, meines Erachtens, der Kenntniss dieser Theile und ihrer Bedeutung um einen grossen Schritt näher. Als Kern einer Zelle kann der Keimfleck nicht betrachtet werden. Dagegen spricht die ungemeine Vervielfältigung dieser Gebilde in den Eiern der Knochenfische und nackten Amphibien. Man hat noch keine Zelle gefunden, worin zwanzig und mehr Kerne vorhanden gewesen wären. Dagegen spricht ferner das Wachsen. Die Zellenkerne sollen nach *Schwann* anfänglich als halbsolide Körper erscheinen, welche entweder aufgesaugt werden, oder im Lauf der Entwicklung hohl werden können, wie z. B. im Knorpel, und sich mit Körperchen füllen. Allein die Keimflecke der Batrachier und Fische erscheinen stets als Bläschen mit äusserst zarter Wand und bieten nie das Ansehen eines halbfesten Körpers dar. Und dann die beim Hecht beobachtete Zeugung eines neuen Individuums in einem älteren! Wie passt denn die

auf die Ansicht eines Kernes? Offenbar geht bei dem Hechte die Generation der älteren Keimflecke, die nur wenige an der Zahl, 2 bis 3, sind, durch diese Erzeugung von jüngeren in ihnen unter; nach der Bildung des jungen wird die alte Hülle aufgesaugt, und die ausserdem frei entstehende, junge Generation erreicht nie die Grösse, zu welcher die alten Keimflecke heranwuchsen, ehe sie ihre Jungen in sich erzeugten.

Mir scheint es demnach, als müssten die Keimflecke selbst als Zellen angesprochen werden; als Zellen, eingeschlossen in einer zweiten Zelle, dem Keimbläschen, welches wieder in einer dritten Zelle, der Dotterzelle, eingebettet ist. Der körnige Keimfleck vieler Thiere und des Menschen macht hier freilich eine Schwierigkeit; allein nur eine scheinbare. Er kann freilich nicht als eine einzige Zelle betrachtet werden, sondern vielmehr als ein Aggregat vieler ausserordentlich kleiner Zellen, welche eben durch ihre Kleinheit als Körnchen erscheinen. Es ist leicht begreiflich, dass ein ausserordentlich kleines Bläschen durch die starke Krümmung seiner Wandungen und die hierdurch bedingte Lichtbrechung als ein mehr oder minder körniges, festes Gebilde erscheinen muss, und dass diess wirklich der Fall ist, kann man sich täglich an sehr fein zertheilten Oeltröpfchen oder Luftblasen überzeugen. Es wäre demnach der körnige Keimfleck der übrigen Thiere von dem Keimbläscheninhalte der Batrachier und Fische nur dadurch verschieden, dass die einzelnen Zellen in ersterem unendlich klein bleiben und zu einem Haufen aggregirt sind, während bei letztern sie grösser werden und hie und da im Keimbläschen sich zerstreuen. Man wird mir hier freilich entgegen halten, eine Zelle ohne Kern sei ein Unding und meine Keimfleckzellen hätten keine Kerne, könnten desshalb auch keine Zellen sein, allein wir werden in der Folge nachzuweisen Gelegenheit haben, dass der Kern durchaus keine nothwendige Bedingung für die thierische Zelle sei, sondern nur in accidentiellem Verhältniss zu derselben stehe.

Die Entstehungsgeschichte des Eies muss noch darüber Aufschluss ertheilen, welches die Reihenfolge sei, in welcher die einzelnen im Ei ineinander geschachtelten Zellen erscheinen. Das Verhalten des Dotters in den verschiedenen Perioden macht es freilich wahrscheinlich, dass derselbe erst nach der Bildung des Keimbläschens sich um dasselbe herumlege und diess war auch *Schwann's* Grund für seine Meinung, worin er das Keimbläschen als Kern der Eizelle betrachten wollte. Allein *Wagner* schon und *Valentin* protestiren gegen diese Ansicht, indem beide das Keimbläschen als die Urzelle

betrachten wollen, um welche sich dann später eine secundäre Zelle, die Dotterzelle, herumlege. Wenn freilich *Wagner* noch die Eierstockskapsel, welche das Ei umschliest, als eine Zelle betrachten will, so geht er darin meines Erachtens zu weit, da sie nicht eine Zelle, sondern eine von Pflaster und Faserzellen gebildete Membran ist, welche eine Höhle umkleidet. Allein man übersehe nicht, dass, wenn es sich vielleicht als richtig bewähren sollte, dass die Dotterzelle um eine vorher bestehende Zelle sich secundär herumbildet, wenn vielleicht gar die Keimfleckzellen die ersten Elemente wären, um welche sich secundär das Keimbläschen, tertiär die Dotterzelle herumlegte; man übersehe nicht, sage ich, dass diess Umwachsen fertiger Zellen durch andere frisch entstehende Zellen der *Schwann*'schen Ansicht von der Zellenentstehung einen bedeutenden Stoss versetzt und eine zweite Entstehungsart der Zellen, nämlich von Zellen um Zellen, neben die von *Schwann* und *Schleiden* einzig angenommene von Zellen um Kerne an die Seite stellt. Man könnte freilich annehmen, die Dotterzelle sei primitive Eizelle, das Keimbläschen eine junge Zelle darin, welches wieder frische junge Zellen, die Keimflecke, enthielte; allein wo sind dann die Kerne aller dieser in einander geschachtelten Zellen? denn Kerne müssen sie haben nach *Schwann's* Zellentheorie. Oder es müsste angenommen werden, die jungen Zellen (Keimbläschen und Keimflecke) seien ohne Mithülfe von Kernen entstanden, was wieder der Theorie nicht sehr günstig ist. Mag jedoch diese Reihenfolge in der Entstehung sein wie sie wolle, mögen diese verschiedenen Gebilde Kerne entbehren oder nicht, wir betrachten, auf die äussere Erscheinung, das Wachsthum und die spätere Verwendung der einzelnen Eitheile, welche wir sogleich näher besprechen werden, gestützt, die Keimflecke als Zellen, das Keimbläschen ebenfalls als Zelle, und die Dotterzelle nicht minder als eine solche, so dass mithin eine zweifache Zelleneinschachtelung in dem primitiven Ei uns vorläge.

In welchem Verhältnisse stehen nun die Keimflecke, oder wie ich sie schon oben benannte, die Keimzellen, zur Bildung der Dotterzellen und diese wieder zu der Bildung des Embryo?

Die Dotterzellen der Batrachier haben nur zwei Beobachter bis jetzt beschäftigt; *Bergmann*, welcher ihre Entstehung aufzuklären suchte, während *Reichert* sie als solche hinnahm und sich mehr mit ihrem Verbrauch während der Embryonalentwicklung beschäftigte, wie er dann überhaupt die Beziehung der Furchungen zur Embryonalbildung

durchaus vernachlässigte. *Reichert* betrachtet ohne Anstand die Keimfleckzellen in den Zellen der Rindenschicht als Zellenkerne, beschreibt sie als gelbliche granulirte Kügelchen und erwähnt ausdrücklich, die Zellen des Dotterkernes hätten durchaus keine solche Kerne. Ich glaube letzteres auch einigemal im Anfange, wenn die Dotterzellen kaum gebildet waren, bei Alytes gesehen zu haben, und ich zweifle gar nicht, dass solche kernlose Zellen im Dotterkern des Frosches sich finden. Dagegen finde ich *R.'s* Beschreibung dieser seiner Zellenkerne weniger exact und zu sehr seiner vorgefassten Meinung über die Zellentheorie nachgemodelt. Die *Schwann*'schen und seine Zellenkerne sind rundliche, körnige, halbfeste Körper, und da man die fraglichen Gebilde als Zellenkerne betrachtete, so mussten sie eben auch körnig sein. *Bergmann's* Beschreibung dieser hellen Bläschen, welche er ganz richtig gesehen hat, finde ich in der That der Natur weit angemessener, und wenn dieser sagt, wie sie sich mehr durch das Ausweichen der fliessenden Dottermasse an einer bestimmten Stelle, wo ein heller Fleck bleibe, als durch die Erkenntniss einer eigenen Haut, die sie umschlösse, unterscheiden liessen; wenn er weiter behauptet, die Abwesenheit alles körniges Wesens lasse diese hellen Flecke leicht von sonstigen Zellenkernen unterscheiden, so kann ich diesen Worten nur beistimmen. Ich habe indessen die diese Bläschen einhüllende Membran deutlich gesehen. *Bergmann* hat freilich in den frühern Stadien, wo noch keine Spur von Zellen im Ei vorhanden ist, die freie Existenz dieser Bläschen in der Rindenschicht übersehen.

Einmal die Natur dieser Bläschen richtig erkannt, so fragt es sich, sind es wirklich die durch Zerstörung des Keimbläschens freigewordenen Keimzellen, oder sind sie neuerer Entstehung, als diese. Ich kann nicht umhin, erstere Meinung festzuhalten, und noch einmal auf die ausserordentliche Grösse des Keimbläschens, welche das reife Ovarialei der Batrachier zeigt, aufmerksam zu machen, und die vollkommene Gleichheit in Form, Grösse und Beschaffenheit der Keimflecke mit diesen Bläschen auf's Neue zu behaupten. Dass freilich im Umkreise dieser Urkeimzellen neue entstehen, welche ihnen vollkommen ähnlich sehen, kann ebenfalls nicht in Abrede gestellt werden. Zudem kann ich in diesem Austritte der Keimzellen aus dem platzenden oder auf andere Weise verschwindenden Keimbläschen nur die Wiederholung eines ganz gewöhnlich im Laufe des Zellenlebens vorkommenden Prozesses erblicken, welche darin besteht, dass die Mutterzelle verschwindet, um die jüngeren in ihr eingeschlossenen Zellen frei austreten zu lassen;

die Enthüllung des Embryo's ist im Grunde der nämliche Prozess, und warum sollte nicht derselbe Hergang die Embryonalentwicklung einleiten können, der sie wieder schliesst?

Es sprechen für diesen Verbrauch der Keimzellen auch noch anderweitige allgemeine Betrachtungen. Die Furchungen sind als ein durchgreifendes Phänomen, welches der Embryonalentwicklung vorangeht, jetzt fast allgemein anerkannt; nur die Klasse der Vögel hat sich bis jetzt noch hartnäckig ihrer Auffindung widersetzt. Allein die äussere Erscheinung der Furchungen, namentlich aber ihre Verbreitung über grössere oder kleinere Strecken des Dotterumfanges, wechselt ausserordentlich, nicht nur, wie es scheint, in den verschiedenen Klassen, sondern auch selbst bei verschiedenen Gattungen und Arten derselben Klasse. Während bei den Fröschen und wahrscheinlich den meisten wirbellosen Thieren, sie fast die ganze Dotterkugel afficiren, wird schon bei Alytes der Raum mehr beschränkt; bei den Fischen erscheinen Furchungen nur in der Embryonalanlage und der Dotter bleibt verschont; bei den Säugethieren ist es ebenfalls nur die beschränkte Stelle, von welcher die Embryonalbildung ausgeht, welche diesem Prozesse sich unterwirft, und bei den Vögeln ist wahrscheinlich der Raum noch beschränkter. Fällt aber nicht, wenigstens bei den Wirbelthieren, die Ausbreitung der gefurchten Stelle mit der Grösse und Ausbreitung des Keimbläschens im reifen Ei zusammen? Bei den Batrachiern die weite Ausdehnung der Furchungen und die exorbitante Grösse des Keimbläschens im reifen Ei; bei Säugethieren und Fischen eine geringere Grösse des Keimbläschens und eine beschränkte Ausbildung der Furchung! Fügen wir nun noch hinzu, dass diese Furchung immer ihren Mittelpunkt da findet, wo der Embryo entsteht, d. h. an dem nämlichen Punkte, wo im unreifen Eie das Keimbläschen mit den Keimflecken liegt, so wird man nicht umhin können, anzuerkennen, dass zwischen allen diesen verschiedenen Verhältnissen ein tiefer, innerer Zusammenhang stattfindet, den freilich erst weiter ausgedehnte Beobachtungen genügend werden erläutern können.

Wir haben folgende Ausgangspunkte: das Keimbläschen liegt an dem Orte, wo später die Furchungen und nach diesen die Embryonalbildung ihren Mittelpunkt haben. Es verschwindet nach der Befruchtung. Die in ihm enthaltenen Keimflecke findet man in der gefurchten Dotterhälfte und den ursprünglichen Embryonalzellen wieder. Je grösser das Keimbläschen vor der Befruchtung war, desto grösser ist auch die Ausbreitung

der Furchungen und der Embryonalanlage. Was kann nun natürlicher sein, als aus diesen Thatsachen folgende Schlüsse zu ziehen: Die Keimflecken bilden die Grundlage des zukünftigen Embryo. Sie sind das, von dem Uranfang des Eies an in einer Umhüllungszelle eingeschlossene Zellenmaterial, welches durch die Befruchtung aus seinem Schlummer geweckt wird, aus der Umhüllungszelle vortritt und durch sein Freiwerden den Grund legt zu dem entstehenden Embryo. Ich glaube man darf demnach kühn die Keimflecken oder die einzelnen Körnchen des aggregirten Keimfleckes als die wahren und ursprünglichen Keimzellen oder Embryonalzellen ansehen.

Allein die Rolle, welche diese Urkeimzellen bei der Bildung des Embryo spielen, scheint eben so sehr bei den verschiedenen Thieren modificirt, als das Verhältniss der Keimanlage und der Furchungen. Bei den Fischen glaube ich beobachtet zu haben, dass die in einer kleinen Embryonalanlage conzentrirten Keimzellen sich ohne weitere Metamorphose aneinander gruppiren, um die erste erkennbare Spur des Embryo's zu bilden; dass um sie herum sich eine Menge neuer, ihnen ähnlicher Zellen bilden, welche dann allmälig durch verschiedene Metamorphosen sich zu einzelnen Gebilden sammeln und die diesen eigenthümlichen Veränderungen erleiden, während die Urzellen entweder verschwinden oder auf ähnliche Weise, wie sie, verbraucht werden. Bei den Batrachiern erscheint der Hergang anders. Hier zerstreuen sich die Urzellen weit mehr in der Rindenschicht des Dotters, und es scheint selbst die so tiefe und ausgebreitete Furchung desselben mit zu dieser Zerstreuung beizutragen. Allein hier treten die Urzellen nicht unmittelbar zur Bildung der ersten Embryonalanlage zusammen, sondern sie gehen vorher andere Modifikationen ein und bedingen Neubildungen in ihrer Umgebung, welche etwas näher ins Auge gefasst werden müssen, da sie zu der schon für das Ei erkannnten Art der Zellenbildung einen neuen Beitrag bilden.

Auf welche Art bilden sich die Zellen der Rindenschicht? *Schwann* hat bekanntlich, auf *Schleiden* besonders gestützt, angenommen, der Kern sei die ursprüngliche Zellengrundlage (denn von den so zweifelhaften Kernkörperchen wollen wir ganz abstehen), um welchen die neue Zellenwand auf die Weise entstehe, dass sie anfangs sehr eng um denselben anliege, sich allmälig aber einseitig erweitere, den excentrisch an ihrer Innenwand haftenden Kern, wie ein Uhrglas eine Uhr umgebend, bis endlich letzterer in gewissen Fällen von der Innenwand sich losreisse und den Mittelpunkt der Zelle einnehme.

Wie aber diese Ansicht auf die Zellenentstehung in der Rindenschicht des Alytesdotters anwenden? Wir müssten, wie *Reichert*, die Keimfleckzelle zu einem körnigen Kern verwandeln und um diesen die neue Zelle sich bilden lassen. Allein schon bietet der Molekularinhalt eine Schwierigkeit. Wie käme der denn in die Zellen hinein, wenn sie allmälig sich gleichsam aufbliesen? Er müsste neu entstanden sein, und in der That ist es nichts ungewöhnliches, solchen körnigen Nahrungsinhalt in Zellen entstehen zu sehen. Allein es wäre doch sonderbar, wenn dieser neu entstandene Inhalt so ganz und gar demselben Stoffe gliche, der früher an derselben Stelle lag, wo jetzt eine Zelle solche Körnchen umschliesst. Doch könnte dieses der Fall sein. Man müsste aber dann beobachten können, dass die ersten Zellen, welche man findet, fast hell und klar sind, und dass diese Zellen, je mehr sie sich ausbildeten, desto mehr mit Nährgehalt sich ausfüllten und dunkel würden. Allein gerade das Umgekehrte lässt sich in dem Leben dieser Zellen nachweisen. Die kaum gebildeten Rindenschichtzellen sind die dunkelsten und der Molekularinhalt zehrt sich allmälig auf, so dass die Zellen stets mehr an Helligkeit zunehmen. Ferner müsste man, wenn die *Schwann*'sche Theorie für diese Zellen gälte, im Anfange der Zellenbildung hie und da welche finden, eingebettet in einer unumhüllten structurlosen Masse von Rindenschicht und müsste erst allmälig, durch die Ausbildung der Zellen, diese sich berühren und die Intercellularsubstanz der Rindenschicht verschwinden sehen; ein Prozess, welchen wir in der Entstehung der Chorda finden werden. Allein diess ist nicht der Fall; sondern ehe man sich noch von dem Dasein isolirter Zellenmembranen überzeugen kann, sieht man dunklere Schatten durch die Molekularmasse der Rindenschicht sich hinziehen, welche in gleichförmigen Maschen die Stellen andeuten, wo Zellenwände erscheinen werden. Es kann daher für die Rindenschicht die *Schwann*'sche Ansicht von der Zellenentstehung nicht gültig sein. Für die Zellenbildung im Dotterkerne aber noch weniger. Die Stearintafeln, welche derselbe vor der Zellenbildung enthält, sind Körper von zu charakteristischem Gepräge, als dass man sie nicht überall wieder erkennen könnte, wo man sie antrifft. Nun sind aber die Dotterkern-Zellen vollgepfropft von diesen Stearintafeln. Sollten etwa diese auch sich in den Zellen neu gebildet haben? Das ist nicht möglich. Wir haben schon in der Eigenese gesehen, wie lange Zeit diese Stearintafeln auf ihre Ausbildung verwenden. Und sie sollten während der Zellenbildung in Zeit von einigen Stunden fix und fertig und von den alten

ununterscheidbar sein? Gewiss ein Jeder, welcher einen noch nicht in Zellen zerlegten Dotterkern untersucht hat, und dann einen solchen beobachtet, in welchem die Zellenbildung eben vollendet ist; Jeder, der nicht in vorgefassten Meinungen befangen ist, wird zugestehen müssen, dass die Stearintäfelchen, welche vorher waren, nun durch eigene Häute eingeschlossen worden sind. Dass diese Zellenmembranen der Dotterkernzellen nicht von dem Kern ausgehend allmälig sich vergrössert haben, sondern dass sie in gewisser Distanz um denselben entstanden sind, dafür sprechen übrigens, ausser den auffallenden Stearintafeln, ganz dieselben Gründe, wie bei den Rindenzellen.

Wir haben demnach in dem Dotter der Batrachier eine Art von Zellenbildung, welche gänzlich von der von *Schwann* anerkannten abweicht. Es consolidirt sich bei dieser Zellenbildung die Zellenmembran gleich in der ursprünglichen Grösse der Zellen aus dem Cytoblastem heraus, und zwar ohne Mithülfe von Kernen. Zuweilen, wie in der Rindenschicht des Dotters, treten ursprüngliche Zellen in das Verhältniss von Kernen zu diesen Zellen; zwar nur in so fern, dass sie von ihnen umschlossen werden, denn die eingeschlossene Zelle behielt ganz ihre eigenthümliche Zellennatur bei. Der Vorgang ist demnach nicht so einfach, als *Bergmann* ihn, wenn ich ihn recht verstehe, auffasste, als Zellenbildung um ein Vorhandenes, welches dadurch Zelleninhalt wird. Dieser Vorgang scheint lediglich in dem Dotterkern Statt zu finden; wo nach *Reicherts* Beobachtung, welcher die meinigen nicht widersprechen, keine «Kerne» in den Dotterzellen sich befinden. Hier aber, in der Rindenschicht, haben wir Zellenbildung um schon gebildete Zellen, wodurch diese in das Lagerungsverhältniss eines Kernes treten. Allein diese Zellen waren selbst schon eingeschachtelt in zwei anderen, frei geworden durch Platzen ihrer ersten Umhüllung (des Keimbläschens), hatten sich vermischt mit dem Inhalte ihrer zweiten Umhüllungszelle der Dotterzelle, und in diesem Zelleninhalte war der Prozess einer neuen Zellenbildung vor sich gegangen.

Es erscheint also diese Zellenbildung im Dotter der Batrachier unter mehrfacher Beziehung wichtig. Sie beweist, dass wahre Zellen sekundär von wahren Zellen umhüllt werden können, dass junge Zellen in einer Mutterzelle ohne Mithülfe eines Kernes entstehen können, und dass eine Zellenmembran sich gleich in der ihr eigenthümlichen Grösse in der cytoblastischen Flüssigkeit ausbilden kann, ohne dass es nöthig ist, dass sie allmälig heranwachse.

In welcher Beziehung nun zu der eben auseinandergesetzten Zellenbildung die Furchungen stehen, und welcher Art überhaupt der Prozess der Furchungen sei, scheint erst durch weitere Beobachtungen ermittelt werden zu können. Ja es scheinen hier, wie bei den so eben besprochenen Beziehungen des Keimbläschens und der Embryonalbildung zum Dotter, die speziellsten Verschiedenheiten obzuwalten. Beim Alytes geht die Furchung der Zellenbildung voran, bei den Fröschen scheint sie nach *Bergmann* mit ihr gleichzeitig, bei den Fischen endlich sind Zellen schon vor ihr vorhanden, und sie erscheint hier von der weiteren Ausbildung der vorhandenen Zellen abhängig. Welcher tiefere Grund aber diesem, wie dem so allgemeinen Rotationsphänomen zu Grunde liegt, das kann meines Erachtens vor der Hand aus der geringen Zahl von Beobachtungen, die wir über Zellenverhältnisse besitzen, nicht erschlossen werden.

Die Embryonalanlage.

Durch die Betrachtung der Zellenbildung im Dotter haben wir eigentlich dem Gegenstande, der uns in diesem Abschnitte beschäftigt, etwas vorgegriffen, denn diese Zellenbildung ist innig mit dem Erscheinen der Embryonalanlage verknüpft.

Nach Beendigung der Furchungen bietet das Ei eine gleichmässig gerundete Kugel dar, deren Inneres, der Dotterkern, etwas dunkler gelb gefärbt ist, als die aus den Molekularkörperchen bestehende Rindenschicht, welche mehr in's Weisse zieht. Mit dem Anfange der Zellenbildung um den gefurchten Pol ist die Embryonalanlage gegeben. Sie besteht aus der eine rundliche Scheibe darstellenden Schicht der ersten Zellen, welche, wie oben angegeben, sich um die dort zerstreuten Keimzellen gebildet haben. Es unterscheidet sich aber äusserlich diese Scheibe auf keine Weise von der übrigen Dottersubstanz. Sie bildet weder einen Keimhügel, noch zeichnet sie sich durch verschiedene Farbe von ihrer Umgebung aus, und man muss das Microscop zu Hülfe nehmen, um sich von ihrer Anwesenheit zu überzeugen. Je mehr aber die Zellenentwicklung voranschreitet, desto mehr zeichnet sich die vergrösserte Scheibe aus, und namentlich geschieht dies, wenn sie gegen den ungefurchten Pol hin vorschreitet. Es bildet sich dann hier ein kreisförmiger oder eirunder Wall, welcher einen mehr oder minder beträchtlichen Umkreis um den ungefurchten Pol umschliesst. Je mehr die Scheibe voranschreitet, desto schärfer werden die inneren Wallabhänge gegen den unbedeckten Theil zu und desto mehr wird dieser hervorgetrieben. Gänzlich umhüllt wird er erst nach der Bildung der Rückenwülste. Es ist dieser von der wallartig erhobenen Zellenschicht umgränzte Fleck, welchen *Rusconi* als After des werdenden Thieres bezeichnet. Eine Deutung, welche, wie schon längst nachgewiesen, durchaus nicht der Natur entspricht. Zugleich

wird die Gegend um den gefurchten Pol etwas heller, durchsichtiger, so dass man in vielen Fällen hier eine mit klarem Wasser angefüllte Höhlung zu sehen glaubt. Macht man aber Durchschnitte vom Dotter, so sieht man, dass diese scheinbare Höhlung nur dadurch existirt, dass eine hellere Substanz als der übrige Dotter sie ausfüllt. Zugleich sieht man auf solchen Durchschnitten, dass die Rindenschicht sich allmälig mehr und mehr vom Dotterkerne loslöst, so dass man oft den ganzen Dotterkern aus ihr herausschälen kann, ohne sie zu verletzen. Doch trennt kein besonderer Raum diese beiden Gebilde; der Zusammenhang zwischen ihnen ist nur schwächer, als zwischen den einzelnen constituirenden Theilen des Dotterkernes und der Rindenschicht, und es scheint zwischen beiden formloser, uncohärenter Stoff abgelagert.

Während diese Trennung sich immer auffallender entwickelt, und der unumschlossene Theil des Dotters bis auf ein kleines punktförmiges Grübchen reduzirt ist, während dieser Zeit bilden sich die Rückenwülste mit der zwischen ihnen befindlichen Rückenfurche aus. Die Furche ist in der Mitte ziemlich schmal und scharf und läuft von dem Embryonalpol aus gegen das Dottergrübchen zu, mit dem sie sogar in einzelnen Fällen zu verschmelzen scheint. Gegen den Embryonalpol hin wird die Furche weiter und verschwindet hier allmälig sich abflachend und ausbreitend. Die beiden sie umgebenden Wülste laufen gerade neben ihr her und sind durch leichte Eindrücke von der Umgebung getrennt. Sie verflachen sich ebenso nach vorn und hinten, wie die Furche. Deutlich sieht man in gewissen Stellungen die Dotterhaut als feines dünnes Häutchen über die Furche ausgespannt. Oeffnet man jetzt das Ei, so löst sich die ganze Rindenschicht als eine dicke hautartige Schicht von dem Dotterkerne los. Ihr Durchmesser beträgt etwa $1/8$ des Durchmessers des Dotterkernes. Nur an dem Grübchen, in dessen Nähe die Furche endigt, hängt der Dotterkern mit der Rindenschicht zusammen, sonst lässt er sich überall loslösen. Die Oberfläche des losgelösten Dotterkernes ist aber nie glatt, sondern körnig zerfetzt, ein Beweis, dass nur geringerer Zusammenhang des zwischen beiden abgelagerten formlosen Stoffes seine Trennung begünstigt. Betrachtet man den Theil der Rindenschicht, welcher die Furchen trägt, von innen, so sieht man die beiden Eindrücke, welche die beiden Wülste nach aussen begrenzen, als zwei längliche Vorsprünge nach innen ragen, und an ihrem Ende mit dem, ebenfalls als kegelförmiger Vorsprung vorragenden Endgrübchen der Furche zusammenfliessen. Die

Rückenfurche selbst aber, so wie die Wülste unterscheidet man von innen nicht, sie erscheinen als eine ziemlich breite Vertiefung zwischen den erhabenen Längsvorsprüngen, und thun sich somit als nach aussen vortreibende Anschwellungen der Rindenschicht kund, da doch, wenn sie durch Faltung derselben bedingt wären, auf der inneren Seite die Furche sich als vorspringender Wulst, die Wülste als Eindrücke zeigen müssten. Von einem festeren Gebilde, unter der Rückenfurche liegend, ist noch keine Spur sichtbar, auch auf Durchschnitten nicht; die Wirbelsaite ist demnach noch nicht angelegt. Die Form des ganzen Eies hat während der Ausbildung der Rückenwülste und der Furche geändert, sie ist länglich geworden, und der grösste Durchmesser läuft in der Richtung der Rückenfurche.

Die ersten, auf die Bildung des Embryo direkt sich beziehenden Veränderungen, welche uns beim Alytes entgegen treten, sind demnach die Bildung einer, deutlicher vom Dotterkern abgesonderten, aus Zellen bestehenden Rindenschicht, auf welcher sich in der Nähe des gefurchten Poles, die Rückenwülste mit der zwischen ihnen eingeschlossenen Rückenfurche erheben. Es erscheinen diese Rückenwülste auf einer durch Faltung von der übrigen Rindenschicht abgegränzten Stelle.

Einmal hervorgetreten, bilden sich diese ersten Embryonalgrundlagen schnell aus. Die Erhebung des von der übrigen Rindenschicht abgetrennten Theiles markirt sich schärfer und erweitert sich zugleich bedeutend nach vorn in schildförmigem Umrisse. Die Rückenfurche wird tiefer, die gegen sie gewandten Abhänge der Wülste steiler, ihr Ende nach hinten scharf begrenzt in dem kleinen Dottergrübchen. Nach vorn erweitert sie sich allmälig und endet mit stumpf abgerundeter Form nahe am vorderen Ende der schildförmigen Embryonalerhebung. An der Furche selbst lassen sich keine besonderen Abtheilungen wahrnehmen, eben so wenig an der Embryonalerhebung. Im Grunde unter der Furche erscheint die Wirbelsaite in strangförmiger Gestalt, und so mit der umgebenden Embryonalmasse verschmolzen, dass sie nur durch dunklere Färbung sich unterscheiden, nicht aber sich isoliren lässt.

Die Zellenentwicklung während dieser Periode des Embryonallebens ist äusserst interessant. Wir hatten schon oben angemerkt, dass in der Rindenschicht sich kleinere, in dem Dotterkerne grössere Zellen gebildet hatten, und dass erstere Molekularinhalt mit Kernzellen, letztere Stearintäfelchen mit Kernzellen, welche in ihrem ersten Auftreten

vielleicht fehlen, enthielten. Es gehen diese Zellen anfangs allmälig in einander über, und so lange die Trennung der Rindenschicht vom Dotterkerne noch nicht so auffallend ist, dass hier eine scharfe Gränzlinie zwischen beiden Schichten erschiene, wie sie später sich darstellt, so lange kann man durch das Microscop nur allmälige Uebergänge, keine Demarcation erblicken. Je weiter man nach Innen vorschreitet, desto grösser werden die Zellen, desto grösser ihr Inhalt (die Kernzellen haben überall fast die nämliche Grösse), aber auch desto unregelmässiger ihre Gestalt. In der Rindenschicht sind die kleinen Zellen meist rund oder dodecaedrisch geworden durch gegenseitige Aneinanderlagerung, die grossen Zellen im Dotterkern dagegen zeigen mancherlei bizarre Formen.

Mit der weiteren Ausbildung der Rückenfurche schreitet auch die der Zellen weiter fort, und zwar ist es namentlich die Rindenschicht, in welcher die Zellen stets um so weiter vorgeschritten scheinen, je näher der Oberfläche des Eies sie sich befinden. Es offenbart sich dieser Fortschritt in dem Verbrauche des Zelleninhaltes. Dieser besteht, wie schon öfters bemerkt, aus höchst kleinen unmessbaren Körperchen, welche selbst im Innern der Zelle stets in lebhafter Molecularbewegung begriffen und oft so gehäuft sind, dass der vollkommen undurchsichtige Zelleninhalt die Kernzelle gänzlich verdeckt und diese erst durch Druck sichtbar wird. Die Resorption des Nahrungsinhaltes beginnt stets von aussen nach innen. Zuerst bildet sich längs der ganzen Zellenwand oder an einer Seite derselben ein heller Saum, welcher sich mehr und mehr vergrössert und endlich bleiben nur wenige Körnchen kranzförmig um den Zellenkern herum gelagert übrig. Sehr oft findet man auch noch hie und da in den Rindenschichtzellen einzelne, freilich bedeutend reduzirte Stearintäfelchen, welche dann oft beharrlich der Auflösung widerstehen, und desshalb bis zuletzt unter den Trümmern des kurz vorher so üppigen Nahrungsinhaltes übrig bleiben. Allmälig schreitet dieser Prozess der Auflösung des Zelleninhaltes von der Oberfläche gegen das Innere hin vor, doch nehmen die Zellen des eigentlichen Dotterkerns nie an dieser Verarbeitung des Nahrungsgehaltes Theil. Die in ihnen enthaltenen Stearintäfelchen verkleinern sich zwar allmälig, aber helle Räume längs ihrer Zellenwände habe ich zu keiner Zeit wahrnehmen können. Dagegen sind die hellen Räume in den Zellen der inneren Masse der Rindenschicht, wo die Stearintafeln etwa die Hälfte ihrer vollständigen Grösse besitzen, etwas sehr gewöhnliches. Auffallend erscheint es, dass durch Druck der Zelleninhalt nicht leicht in den hellen Raum hinüber-

getrieben werden kann, sondern dass selbst nach völligem Zerquetschen der Zellen, wo nur weniger Zelleninhalt, die Zellenmembranen und Kernzellen zurückbleiben, stets diese hellen Säume sich auszeichnen. Es könnte diess Verhältniss stark darauf hindeuten, dass eine eigene Haut, welche ich übrigens nie sah, den Zelleninhalt in Schranken hielte.

Weitere Veränderungen bemerkt man an den Zellen durchaus nicht. Eine junge Zelle habe ich nie in irgend einer Zelle, weder Dotter- noch Rindenzelle wahrnehmen können. Die Zellen der Rückenwülste, überhaupt die der Embryonalerhebung, sind stets weiter in ihren Metamorphosen vorgeschritten, als die der übrigen Rindenschicht, und in dieser wieder die äussersten Zellenlagen vor den inneren entwickelt. Oft sieht man an den inneren Zellen der Rindenschicht, selten an denen des Dotterkernes, Einbuchtungen und Einschnürungen, welche auf eine beginnende Theilung der Zellen hindeuten könnten, doch habe ich eine solche Theilung nie beobachten können. Der Umstand, dass während der Entstehung der Embryonalgebilde die Zellen der Rindenschicht stets kleiner werden, statt grösser, wie man wohl vermuthen sollte; so dass am Schlusse der eben beschriebenen, äusserlich sichtbaren Formationen die äusseren Zellen der Rindenschicht vielleicht nur halb so gross sind, als sie im Beginne der Bildung waren, könnte ebenfalls auf Theilung hindeuten, wird aber, wie wir später sehen werden, wahrscheinlicher durch Neubildung von Zellen ausserhalb der ursprünglichen Zellen in der Intercellularsubstanz erklärt. Diese kleinen, meist nur halbgefüllten Zellen liegen unordentlich gehäuft in der Rindenschicht in eine Intercellularsubstanz eingebettet, welche viele Molecularkörperchen enthält. Ob diese Molecularkörperchen in der Intercellularsubstanz wirklich vorhanden sind, oder durch die beim Untersuchen nothwendige Zerstörung einzelner Zellen frei geworden sind, lässt sich nicht ermitteln; wahrscheinlich werden sie durch die freiwillige Auflösung der früheren Zellen in der Intercellularsubstanz zerstreut.

Reichert hat in neuester Zeit die Entwicklungsgeschichte des Frosches, wie überhaupt der Wirbelthiere, auf neue Basen zu stellen gesucht. Er betrachtet den Dotter als den aufgelösten Embryo, lässt alle Organe aus dem Embryo aufgebaut werden, verwirft alle Annahmen von Keimhaut, Keimschicht und Keimblättern und während er so von Grund aus die Ansichten über die Bildung der *Embryonalsubstanz* zu reformiren sucht, bringt er auch über die formelle Entwicklung der einzelnen Organsysteme manche abweichende Ansicht vor. Wir werden in Hinsicht des directen Aufbaues des Embryo's aus dem Dotter unsere Ansichten weiter unten entwickeln, zuerst aber von der formellen Entstehung der ersten Embryonalgebilde und ihrer Aufeinanderfolge einige Worte sagen.

Als erste Bildung bezeichnet *Reichert* die einer Umhüllungshaut, welche als selbstständige Zellenschicht von dem Keimhügel sich loslösen soll. Unter dieser Zellenschicht löse dann eine zweite sich los, welche aus der Chorda dorsalis und den zu ihren beiden Seiten gelegenen membranartigen Urhälften des centralen Nervensystems bestehe. Diese Centralhälften erhüben sich dann als Wülste, eine Furche zwischen sich lassend, indem sie zugleich mehr nach der Mittellinie sich zusammenzögen. Sie seien durch eine Spalte von der übrigen Zellenmasse der Keimhaut getrennt. Ueber die Wirbelsaite hinweg würden beide durch eine dünne, auf dem Grunde der Rückenfurche gelegene Verbindungsmembran vereinigt.

Es zeigt sich hier augenfällig, wenn man *Reichert's* und meine Angaben vergleicht, welche ungemeine Variation der Embryonalbildung in den verschiedenen Thieren derselben Klasse obwalten kann, und wie wenig man auch in der Entwicklungsgeschichte berechtigt ist, aus der Untersuchung eines einzigen oder einiger Thiere auf das grosse Ganze des Entwicklungsplanes zu schliessen, und allgemeine Gesetze aufzustellen, die sich später nur zu oft als auf spezifische Abweichungen gegründet, ausweisen müssen. In der Entwicklungsgeschichte, wo, wie *Reichert* selbst anerkennt, sogleich mit dem ersten Auftreten des Embryo die individuelle Spezialität des Thieres so sehr die einzelnen, aus dem allgemeinen Plane hervorgehenden Erscheinungen modificirt, müssen demnach mehr wie irgendwo erst aus den vielfachsten speziellen Untersuchungen die allgemeinen Grundgesetze hervorgehen. Der Standpunkt aber, auf den uns die Kenntniss der Zellenbildung in der Histiogenese gestellt, ist zu neu, die

Aufgaben, welche uns diese neue Ansicht stellt, zu schwierig, als dass vor der Hand noch daran gedacht werden könnte, aus dem Wenigen, was wir in dieser Richtung Faktisches besitzen, allgemeine Prinzipien entwickeln zu wollen. Sie werden aber gleichsam von selbst hervortreten, diese allgemeinen Gesetze, wenn der Reichthum des Materials erlaubt, das individuell Eigenthümliche von dem überall Gültigen zu trennen.

Reichert stellt die Reihenfolge der erscheinenden Gebilde so: Umhüllungshaut, Chorda, Rückenfurche und Wülste; während Alytes sie in folgender Ordnung zeigt: Rückenfurche, Umhüllungshaut, Chorda.

Offenbar kann man die auf dem Dotterkern entwickelte Rindenzellenschicht nicht als die Umhüllungshaut ansehen. Es umfasst diese Rindenschicht vielmehr alle Urgebilde des Embryo *in globo*, sie ist die indifferenzirte Masse, in welcher nach und nach durch besondere Anlagerung der einzelnen Zellen, die ersten formellen Spuren der Embryonalgebilde erscheinen. Als Umhüllungshaut kann nur die später auf der Oberfläche des Eies sich absondernde zarte Zellenschicht, welche pflasterförmige Zellen enthält, betrachtet werden. Allein diese zarte Zellenmembran entsteht beim Alytes erst nach der Bildung der Rückenwülste und Furchen. *Reichert* scheint freilich die ganze Rindenschicht als Umhüllungshaut zu betrachten. Allein dann wären Rückenwülste, Chorda etc. nicht für sich abgesonderte Zellenschichten des Keimhügels, sondern Bildungen der Umhüllungshaut selber, welche beim Alytes die Dicke eines Sechstels der Dotterkugel haben, und dem ganzen animalen System seinen Ursprung geben würden. Diess kann *R.'s* Meinung unmöglich sein, denn diess angenommen, so fänden wir in dieser Umhüllungshaut genau das seröse Blatt der Keimhaut wieder! *Reichert* führt die Fische als Beleg nach Hrn. *von Baer* an. Bei der Palée, welche ich untersucht habe, ist es die ganze Masse der Embryonalzellen, welche sich wachsend über das Ei ausdehnt, nicht aber eine isolirte Zellenschicht, welche als Umhüllungshaut angesehen werden könnte. Auch bei der Palée isolirt sich die Umhüllungshaut erst später von dieser Zellenschicht. Durch Ausbildung der Umhüllungshaut geht, wie *R.* ganz richtig bemerkt, die Dotterhaut zu Grunde. Die Existenz der Dotterhaut bei schon gebildeter Rückenfurche, wie sie beim Alytes leicht zu beobachten ist, beweist demnach ebenfalls zur Genüge, dass diese vor der Abtrennung einer Umhüllungshaut schon vorhanden ist. Es kann mithin die von *Reichert* aufge-

stellte Reihenfolge nicht für alle Wirbelthiere, sondern nur für den Frosch gelten, da schon eine andere der Batrachierfamilie angehörende Spezies ihr widerspricht.

Ein allgemeinerer Punkt, über den ich mit *Reichert* nicht übereinstimmen kann, ist die Bedeutung der Rückenwülste, welche er als symmetrische, durch die Zwischenlagerung der Chorda getrennte Hälften der Centralorgane des Nervensystems ansieht. Die oben angeführten Beobachtungen zeigen, dass beim Alytes die ganze Parthie, auf welcher die Urgebilde des Embryo's sich erheben, durch eine Faltung der Rindenschicht nach innen von der Umgebung abgesondert wird, dass hingegen die Wülste keiner Faltung, sondern einer selbstständigen Gruppirung der Zellen ihren Ursprung verdanken. Allein diese beiden Längswälle, mit der Furche dazwischen, sind eine und dieselbe Zellenschicht, welche durchaus miteinander und mit den darunter liegenden Zellen der Rindenschicht zusammenhängt. Es wird diese Schicht beim Alytes nicht durch eine in der Längsaxe verlaufende Chorda in zwei Hälften getheilt; die Chorda erscheint erst nach ihrer Bildung, und wenn sie erscheint, so befindet sich stets zwischen ihr und dem Boden der Furche noch eine ansehnliche dicke Zellenmasse, welche nach beiden Seiten in die Wülste übergeht. *Reichert* hat sich auch, um diese Erscheinung und die Theilung seines Wirbelsystems durch die Chorda erklärlich zu machen, zu der Annahme eines Sinkens der Chorda nach unten gezwungen gesehen. Beim Alytes kann man sich auf das Augenfälligste überzeugen, dass dem nicht so ist, dass vielmehr die Rückenwülste durchaus keine für sich bestehende Anlage eines besonderen Systemes sind, sondern eine indifferenzirte Zellenerhebung, welche erst durch spätere Metamorphosen in einzelne Gebilde sich spaltet. Es hängt nur von der Lage und dem dadurch bedingten Entwicklungsgange der in diesen Rückenwülsten aufgehäuften Zellen ab, zu welcher besonderen Organgruppe sie sich ausbilden; die innersten werden Nervenzellen, die darauf folgenden häutige oder knorplige Hülen, die dritten endlich Muskeln und Haut. Wir haben mehrere solche Beispiele in der Entwicklungsgeschichte, ja es wiederholt sich bei jedem Organe fast, dass ursprünglich eine Zellenmasse sich gruppirt, deren Veränderungen in sich, durch verschiedene Metamorphosen der einzelnen Zellen, die complicirte Zusammensetzung des ausgebildeten Organs erzeugen. Je früher eine solche Urzellenanlage einer Organgruppe erscheint, um desto mehr Gebilde umfasst sie.

Die erste Zellenschicht, welche unterhalb der Chorda sich differenzirt, umfasst sie nicht alle Eingeweide des Bauches in ihrer Gesammtheit? Ist sie nicht eben so gut Anlage des Darmes wie der Leber, des Pankreas wie der *Wolf*'schen Körper? Die Augenblase, welche sich von dem Gehirn abschnürt, ist sie vielleicht nur Retina und Sehnerve? Sie ist eben so gut Choreoidea und Glaskörper; — denn alle diese Organe entstehen später ebenfalls aus ihr und alle die verschiedenen Gewebe, welche das so complicirte Auge zusammensetzen, haben dieselben Urzellen zur Grundlage, aus welchen sie sich, jede nach ihrer Richtung, entwickeln. Auf ähnliche Weise verhält es sich mit den Rückenwülsten. Wir haben nichts damit gewonnen, dass wir sie Centralhälften des Nervensystems nennen; sie schliessen die Uranlage des Nervensystems in sich — daran kann nicht gezweifelt werden — allein sie bedeuten mehr als diess: sie sind die Uranlage des ganzen Wirbelthierrückens, der Centralnervenorgane mit häutigen, knöchernen und musculösen Hüllen, und als solchen kommt ihnen der Name Rückenwülste weit passender zu, als der *Reichert*'sche, der nur eine bestimmte Richtung eines Theils von ihnen, freilich des vorwaltenden, in sich begreift.

Gehen wir nun zu der Grundansicht des *Reichert*'schen Reformationsversuches in der Entwicklungsgeschichte über, zu dem leitenden Prinzipe, welches er aufstellt, dass der Embryo unmittelbar aus dem Dotter hervorgehe, dass der Dotter sich nicht nur als belebtes Nahrungsmittel verhält, wie *Schwann* wollte, sondern als der aufgelöste Embryo selbst anzusehen sei. *Reichert* behauptet ausdrücklich, die Dotterzellen würden unmittelbar zur Bildung des Embryo verwendet; es entstünden die Embryonalzellen alle unmittelbar aus den Zellen des Dotters als junge Brut in Mutterzellen u. s. w.

Reichert nimmt den befruchteten Dotter, nachdem er die Furchungen durchgangen hat, als Ausgangspunkt seiner Untersuchungen an. Dadurch ist er denn auf die, ich darf wohl sagen, falsche Ansicht von den Rindenzellen gekommen, dass sie eine junge Brut der Dotterkernzellen seien. Die Entwicklungsgeschichte des Dotters und der Zellen desselben nach der Befruchtung zeigt deutlich, dass die Rindenzellen eben so gut Autochthonen sind, wenn ich mich so ausdrücken darf, als die Dotterzellen, keine junge Brut dieser Dotterzellen, sondern eine selbstständige primäre Bildung wie sie. Auch wenn die Uranlagen des Embryo aus den Rindenzellen sich zusammengesetzt haben, so geschieht ein neuer Nachwuchs aus den Dotterzellen zur ferneren Ausbildung der Organe

nicht auf die Weise, wie *Reichert* es dargestellt. *Schwann* hat schon sehr richtig bemerkt, Zellenbildung in Zellen sei der seltenere Fall bei dem Thierreiche, und die neue Generation bilde sich meist selbstständig in der Intercellularsubstanz; *Reichert* kennt bei seiner Darstellung nur Zellengenerationen in Zellen, ohne durch Beobachtung das Faktische nachweisen zu können. Seinen Ansichten nach musste er freilich zu derjenigen Erklärung der Dotterzellenbildung kommen, welche er gegeben hat; er hatte den allmäligen Verbrauch des Zelleninhaltes als vorstechendes Merkmal des inneren Zellenlebens in der Rindenschicht erkannt und zugleich gefunden, dass dieser Verbrauch um so grösser war, je mehr nach aussen die untersuchte Zelle sich befand. Richtig war daher sein Schluss: die Zelle ist um so entwickelter, je weiter sie nach aussen liegt. Nun war aber die zunehmende Grösse der unentwickelten Zellen nach innen eine Thatsache, die sich nicht wohl mit den bei den Rindenzellen gewonnenen Resultaten vertrug. Grösser und doch unentwickelter? Es konnte diess nicht anders, als durch die Annahme, es sei die junge Brut, welche die Rindenschicht bilde, erklärt werden. Allein leider fehlt hier das bindende Glied, die Beobachtung dieser jungen Brut. *Reichert* hat zwar eine Abbildung einer Dotterzelle gegeben, worin dunklere Flecke die junge Brut andeuten sollen, allein die jungen frei darzustellen, ist ihm nicht geglückt, und wird ihm, meiner Ueberzeugung nach, nie glücken. Das Körperchen, welches er aus einer solchen Zelle herausgedrückt hat und in seiner zweiten Figur darstellt, ist nicht der Kern einer jungen Brutzelle, sondern die Kernzelle einer grossen Dotterzelle, wie wir sie oben beschrieben haben. In den Dotterzellen, wo *Reichert* keinen Kern findet, ist er nicht, wie er will, vorhanden gewesen und wieder verschwunden, um der neuen Generation Platz zu machen; vielmehr ist in solchen Zellen die Kernzelle noch nicht gebildet. Es ist klar, dass diese Umkehrung der Verhältnisse auch den Ansichten von dem Zellenleben im Ei eine andere Richtung ertheilen, und somit auch die Annahme von dem direkten Aufbau des Embryo aus dem Dotter einigermassen modificiren muss. Doch bevor wir auf diese näher eingehen, möge es erlaubt sein, aus den der niedersten Wirbelthierklasse, den Fischen, einige hierher gehörende Beobachtungen anzuführen, welche an Coregonus palæa angestellt wurden, und auf die ganze Familie der Salmonen sich beziehen, da diese, nach meinen Untersuchungen, sich ganz analog wie Coregonus verhalten.

Der Dotter der Salmonen enthält nur eine galatinöse Flüssigkeit, in welcher Fetttropfen schwimmen, welche durchaus nicht Zellennatur haben. Ausserdem an einer bestimmten Stelle das Keimbläschen mit den vielen Keimflecken — mithin eine doppelte Einschachtelung von Zellen, da auch bei diesen Fischen die Bläschennatur der Keimflecke sehr schön zu beobachten ist. Durch die Befruchtung verschwindet das Keimbläschen, und an seiner Stelle erscheint, ganz beschränkt, die erste Anlage des Embryo in Gestalt einer kleinen hügelförmigen Anschwellung, aus hellen, durchsichtigen Zellen ohne Kern oder Nahrungsinhalt zusammengesetzt. Diese Zellen sind meist weit grösser, als die ursprünglichen Keimflecke; man findet aber alle möglichen Uebergänge der Grösse. Der Embryo wächst nun allmälig mehr und mehr durch stete Bildung neuer Zellen in seiner Masse, während der Dotter in gleichem Verhältniss abnimmt. Allein, während der ganzen Embryonalentwicklung, von Anfang bis zu Ende, enthält der Dotter *nie die geringste Spur* einer Zelle; alle neu gebildeten Zellen, welche den Embryo vergrössern, stehen in unmittelbarem Contact und in solchem innigen Zusammenhange mit den schon vorhandenen Embryonenzellen, dass beim Zerstören des Dottersackes nur klare Flüssigkeit, aber keine Zellen hervorströmen. Es ist diess Verhältniss so auffallend bei den Salmonen, dass ich lange Zeit an eine eigene Haut glaubte, welche den Dotter gänzlich von dem Embryo abschlösse, und dass ich nur mit grosser Mühe mich von diesem Irrthume überzeugen konnte. Es sieht wirklich so aus, als spalte sich die Dotterhaut in zwei Blätter, zwischen welchen der Embryo, vor unmittelbarem Contact mit der Dotterflüssigkeit geschützt, sich entwickelte. Ich habe endlich gesehen, dass eine solche Haut nicht existirt, dass die unterste, neugebildete Zellenschicht unmittelbar von der Dotterflüssigkeit umspült wird, und von ihr ihre Nahrung zieht.

Kann nun hier von einem direkten Aufbau des Embryo's aus dem Dotter, aus den Dotterzellen gesprochen werden? Gewiss nicht. Die Beobachtung ergibt hier auf das Evidenteste, dass die ursprüngliche Embryonalanlage ein durchaus von dem Dotter Getrenntes darstellt. Wenn man freilich Keimbläschen und Keimflecke mit dem Dotter zusammen werfen will, so hat der ganze Streit ein Ende. Allein dann sind auch die Ausdrücke: „der Embryo wird direkt aus *dem Dotter* gebildet" und „der Embryo wird direct aus *dem Ei* gebildet", synonym. Fasst man aber Keimbläschen und Keimflecke in ihrer grossen Bedeutung, welche auch, wie es scheint, durch ihre Entstehung gerechtfertigt

wird, auf, so wird man nicht umhin können, eine solche Synonymie zu verwerfen, und den Begriff „Dotter" als etwas strenger abgegränzt anzunehmen.

Bei den Salmonen (wie es scheint, nicht bei allen Knochenfischen, denn der Barsch hat wahrscheinlich Dotterzellen), bei den Salmonen sinkt also der Dotter auf sein niedrigstes Verhältniss zu dem Embryo zurück. Er bleibt, was er anfangs war, Zelleninhalt, und in Beziehung zum Embryo ist er blosses Nahrungsmittel, zum Verarbeiten bestimmter, unorganisirter, flüssiger Stoff. Dass es desshalb ein todter Stoff sei, ist noch nicht die Folge.

Bei den Batrachiern dagegen ist der Dotter allerdings um ein Bedeutendes höher gestellt in seinen Beziehungen zum Embryo. Die Zellenbildung in seinem Inneren zeigt einen thätigeren, innigeren Antheil an dem Prozesse der Entwicklung, als wir bei den erwähnten Fischen vorfinden. Dass aber desshalb der Embryo direct aus ihm aufgebaut werde, kann ebenfalls nicht angenommen werden. Es ist wahr, wir sehen keine Keimhaut bei den Batrachiern, keine abgesonderte Keimanlage, aus welcher sich der Embryo hervorbilden sollte. Wollen wir diese Keimanlage finden in dem Batrachierei, so müssen wir zurücksteigen in die Periode, wo es reif zum Austritt das Ovarium verlassen will. Dort finden wir die Keimanlage in dem ausserordentlich vergrösserten Keimbläschen mit den grossen, hellen, blasenförmigen Keimflecken. Von diesen geht, wie wir oben nachzuweisen uns bemüht haben, der erste Anstoss zur Zellenbildung aus, da wo sie liegen, an derselben Stelle, liegt auch der Pol, der Mittelpunkt, von welchem aus alle neuen Bildungen beginnen und sich verbreitend ausstrahlen. Aber gerade das verschiedene Verhältniss des Keimbläschens setzt hier den grossen Unterschied zwischen Fischen und Batrachiern. Bei ersteren möglichste Concentration der Uranlagen des Embryo in jeder Beziehung; auf einen kleinen Raum beschränkt, breitet sich das neue Individuum erst nach und nach über denselben aus, mit langsamen Schritten seine Herrschaft über den Dotter erreichend. Daher auch Beschränkung der Furchungen auf einen kleinen Raum, auf die Embryonalanlage; daher auch, wie es scheint, das untergeordnete Verhältniss des Dotters. Bei den Batrachiern, möglichste Zerstreuung der Urkeimzellen über einen grossen Theil des Dotters, bedingt durch das Schwinden des unverhältnissmässig grossen Keimbläschens, und durch die Furchungen, wie es scheint, nur noch

begünstigt und vermehrt. In Folge dessen die ausgebreitete Embryonalanlage. Allein wenn bei der Concentration in dem Fischeie die Urzellen der Keimflecke genügten, eine Embryonalanlage durch ihre Vergrösserung herzustellen, so kann bei den Fröschen, der Zerstreuung wegen, diess einfache Verhältniss nicht hinreichen. Jede Urkeimzelle bedingt vielmehr in ihrem Umkreise eine Zellenbildung in der Rindensubstanz, wodurch sie selbst sich gleichsam ergänzt. Ich stelle mir den Prozess etwa vor, wie die Einwirkung eines einzelnen Krystalls auf eine zur Krystallisation gesättigte Flüssigkeit; es sammeln sich um ihn neue Krystalle. So auch hier; um die zerstreuten Keimfleckzellen sammeln sich neue und bilden so die ersten Urzellen der Rindenschicht um den Embryonalpol. Ist aber durch diesen Mitverbrauch der Dottersubstanz zur Embryonalanlange der Dotter einmal in sein höheres Verhältniss eingeführt, so verharrt er darin; der Prozess der Zellenbildung schreitet von aussen her gegen seinen Kern hin immer vorwärts, und bald ist der Dotter nur eine Zellenmasse, aus einzelnen solchen organisirten Stücken zusammengesetzt, deren jedes sein eigenes Leben führt.

Allein desshalb ist noch nicht eine vollständige Gleichstellung zwischen den inneren Zellen und denen, welche sich unter dem directen Einflusse der Urkeimzellen gebildet haben, vorhanden. Nicht bloss äusserlich unterscheiden sie sich durch ihren verschiedenen Zelleninhalt, der schon während der Furchungen vorbereitet wurde durch das Entstehen der Rindenschicht des Dotters, welche wie man sich erinnern wird, aus Molecularkörperchen zusammengesetzt ist, sondern auch durch ihren Gebrauch und ihre Verwendung.

Die Zellen der Rindenschicht und zwar namentlich die um den Pol entstandenen, direkt um die Urkeimzellen gelagerten, welche durch die Falten zu beiden Seiten von den übrigen Zellen der Rindenschicht, freilich nur unvollkommen, abgesondert werden, sind zur unmittelbaren Verwendung bestimmt. Sie lagern sich in verschiedenen Gruppen zusammen, um die einzelnen Organsysteme der Embryonalanlage zu formiren, und um sie sammeln sich dann die späteren Zellengebilde. Die Zellen des Dotterkernes aber, die gleichsam nur der Reflex des durch die Keimzellen erregten Zellenlebens sind, werden nicht zur Bildung neuer Organe verbraucht, und auch keine neue Brut entsteht in ihnen. Wenn ihre Mithülfe zur Bildung einer neuen Zellenmasse nöthig ist, so gehen

sie in ihrer Eigenthümlichkeit unter und aus ihren Trümmern, aus der durch ihre Zerstörung neu hervorgebildeten Intercellularsubstanz, bilden sich unter dem unmittelbaren Contacte der schon vorhandenen Embryonalzellen diesen ähnliche Organismen hervor. Es bestätigt sich auch hier der von *Schwann* ausgesprochene Satz, dass Zellenbildung in Zellen bei Thieren der seltenere Fall sei. Sie kommt auch hier nicht vor; statt dass eine üppige junge Generation der Mutterzelle ihren Untergang bereitet, stirbt diese vielmehr ab, geht zu Grunde, unfähig zu Erzeugung neuer Brut. Allein ihr organisationsfähiger Inhalt, in Contact mit den in lebhafter Entwicklung begriffenen Embryonalzellen, dient, wie jedes Cytoblastem, zu Erzeugung neuer Zellen. Wir haben also hier ein Cytoblastem secundärer Art, d. h. ein solches, welches durch Zerstörung ursprünglicher Zellen entstanden, wieder einer neuen Zellengeneration zur Grundlage dient. Wir werden bei verschiedenen Geweben, wie namentlich dem der Chorda und des Knorpels, denselben Entwicklungsgang kennen lernen. Mit dieser eigenthümlichen Zellenbildung scheint mir auch die Bildung von Höhlungen unter dem Embryo zusammenzuhängen. Ist es nicht auffallend, dass während der Entwicklung der einzelnen Organsysteme sich immer deutlicher eine Spalte zwischen der Rindenschicht und dem Dotterkern ausbildet, welche, je entwickelter der Embryo, desto deutlicher hervortritt? Diese Spalte scheint stets mit unorganisirter Flüssigkeit, in welcher zahlreiche halbverzehrte Stearinkörper und alter Zelleninhalt sich finden, erfüllt. Wenn die neuen Zellenschichten als junge Generation der Dotterzellen entstünden, woher diese Trennung? Würden sie dann nicht vielmehr, mit dem Dotterkern inniger zusammenhängend, von den älteren Zellenschichten durch spaltenförmige Räume geschieden sein? Dagegen lässt sich dieser Raum sehr leicht aus dem plötzlichen Untergange der Dotterzellen erklären. Er erhält die unorganisirte, aus der Zerstörung der Dotterzellen hervorgegangene Substanz, in welcher die neuen Zellen sich bilden wollen; mit einem Worte, das secundäre Cytoblastem.

Können wir nun, bei solcher Entstehung der Embryonalzellen, anerkennen, dass sie direct aus dem Dotter sich bildeten bei den Batrachiern? Gewiss nicht! Dass die Rindenschicht thätigen Antheil nimmt an den Embryonalanlagen, kann nicht geläugnet werden; es liegt dieser Antheil zu offen am Tage; allein desshalb ist sie nicht die einzige

Bedingung der Bildung dieser Embryonalanlagen. Die Anregung zu allen primären Bildungen geht von den Urzellen der Keimflecke aus; sie werden ausgeführt durch Mithülfe der Rindenschicht und dies sichert gerade dem Dotter der Batrachier eine höhere Bedeutung als dem der Salmonen zu. Allein die ersten Embryonalanlagen einmal vollendet, so tritt der Dotter der Batrachier ganz in das ihm von *Schwann* so richtig angewiesene Verhältniss ein — er ist *selbstständig vegetirendes Nahrungsmittel des Embryo's*, nicht aber die unmittelbare Geburtsstätte der Embryonalzellen, zu deren Bildung er nur beiträgt durch Verlust der Selbstständigkeit seiner Zellen.

Die Wirbelsaite.

Wir haben die Embryonalanlagen in dem Momente verlassen, wo die Wirbelsaite erschien. Es hängt von der Bildung dieses wichtigen Organes, von der Ausbildung seiner Zellen und der Art seiner Rückbildung so manche wichtige Frage der Organogenesie sowohl, als der Zellentheorie überhaupt ab, dass ich nicht umhin kann, ihr einen eigenen Abschnitt zu widmen.

Sobald die Wirbelsaite beim Alytes in ihrem ersten Auftreten erkannt werden kann, stellt sie sich als ein ziemlich solider Strang dar, welcher der Längsaxe des Embryo's nach in der Zellenmasse unter der Rückenfurche vergraben liegt. Die Masse dieses Stranges erscheint unter der Lupe etwas heller, transparenter, als die umliegende Zellenmasse des Embryo, welche bei dem Alytes durch ihre milchweisse Farbe und vollkommene Undurchsichtigkeit sich auszeichnet. Gegen den Kopf hin ist der Streif bei seinem ersten Auftreten vollkommen scharf abgegränzt, nach hinten hin verliert er sich in die Embryonalmasse, und folgt in seinem Wachsthum der Ausdehnung des Embryo's nach hinten. Es ist nicht möglich, den Strang vollständig von den umgebenden Embryonalzellen zu trennen, er hängt auf seiner Oberfläche überall mit ihnen zusammen. Unter dem Microscope zeichnet er sich bald aus. Während ringsum die dichtgedrängten Embryonalzellen leicht erkenntlich sind, zeigt er durchaus kein zelliges Gefüge, und durch keinerlei Art von Behandlung lassen sich Zellen in ihm erkennen. Die ihn bildende Flüssigkeit ist glashell, von etwas zäherer, consistenterer Beschaffenheit als Gallerte. Eine ungemeine Masse von Molecularkörperchen, mit zerstreuten Stearintäfelchen

gemengt, liegen in dieser Gallerte gehäuft. In der Anordnung dieser Körperchen, so wie der Täfelchen, lässt sich durchaus keine bestimmte Regel nachweisen; sie liegen durchaus verwirrt, unordentlich bei einander. Der Strang erscheint nur durch eine einfache Linie, durch keine doppelte Contur gegen die umliegenden Zellenmassen abgegränzt, und diese selbst hängen stets fest mit ihm zusammen. An dem hinteren Ende der Chorda verliert sich die Gränzcontur, allmälig unbestimmt, schwächer und schwächer werdend, und an dem Punkte, wo sie aufhört, befinden sich dann ganz gewöhnliche Embryonalzellen. Die ganze Chorda besteht demnach aus einem gleichmässigen Gallertstrang mit unzähligen Molecularkörpern und manchen Stearintäfelchen gemengt, welcher nur durch Mangel von Zellenstructur von der umgebenden Masse sich unterscheidet. Scheide und Kern der Chorda lassen sich noch nicht erkennen; sie besteht gleichförmig nur aus einem und demselben formlosen Gewebe.

Bald aber beginnen neue Bildungen in dem Innern dieses Stranges. Es erscheinen, zuerst an dem Kopfende, in Mitte der Gallertmasse hie und da rundliche, hellere Flecken, welche ganz wie Höhlungen aussehen. Sie sind anfangs, der grossen Menge von Molecularkörperchen wegen, welche sie überall verdecken, schwer zu erkennen, und auch nur einzeln in dem Gewebe zerstreut. Ihre Form scheint meist mehr oder weniger rundlich; ihre Lagerung keiner bestimmten Regel unterworfen. Innerhalb des Stranges lässt sich nicht erkennen, ob diese Höhlungen von einer besondern Membran ausgekleidet sind, oder ob sie nur durch Auseinanderweichen der Chordalmasse entstanden sind. Durchschneidet man aber den Strang und drückt ihn unter dem Compressorium zusammen, so gelingt es öfter, einzelne dieser Höhlungen aus dem Inneren des Stranges hervorzutreiben. Frei geworden, verschwinden sie aber nicht, sondern behalten ihre runde Blasenform bei, meist sogar zu vollständiger Kugelform dehnen sie sich beim Hervortreten aus. Nun erkennt man deutlich, dass es selbstständige, von einer feinen Membran umschlossene, mit einer glashellen, gallertartigen Flüssigkeit gefüllte Blasen, mit einem Worte, Zellen sind, welche man vor sich hat. Vergebens habe ich mich bemüht, in diesen Zellen einen Inhalt anderer Art zu entdecken; es ist mir nicht gelungen, etwas anderes zu sehen, als eben die glashelle Flüssigkeit; ein Kern, den ich mit vieler Anstrengung gesucht habe, war nie darin zu finden.

Sobald einmal die Bildung dieser Zellen an dem Kopfende der Chorda begonnen hat, so schreitet sie rasch nach hinten vorwärts. Die Zellen im vorderen Ende dehnen sich mehr und mehr aus; es entstehen frische in den Zwischenräumen und je mehr sie wachsen, desto mehr vermindert sich die Körnchenmasse, welche vorher allein die Chorda bildete, und nun schneller und schneller verschwindet. Bald bleiben von ihr nur zwischen den einzelnen Zellen sich hinziehende Streifen; sie ist Intercellularsubstanz geworden. Allein die Zellen drängen sich mehr und mehr zusammen, nehmen durch gegenseitigen Druck dodekaedrische oder dieser Körperform ähnliche Gestalten an und bald ist so alle Intercellularsubstanz verschwunden und man entdeckt nur kleine Spuren derselben noch an den Stellen, wo mehrere Zellen in einem Winkel zusammenstossen. Nur aussen herum bleiben noch hie und da einzelne Stearintäfelchen liegen, welche man leicht mit Kernen verwechseln könnte. Doch sichert die scharfe Contur und die mehr oder minder winkliche Form gegen einen solchen Irrthum.

Indessen beschränkt sich der Fortschritt in der Chordalbildung nicht allein auf die gänzliche Erfüllung des Stranges mit Zellen. Der Strang theilt sich während der Zellenentwicklung in einen Kern und eine äussere, diesen Kern umschliessende Scheide, und die Zellen des Chordalkernes erhalten in einer gewissen Periode ihres Wachsthums Kerne.

Wenn noch keine Zellen in der Chorda vorhanden sind, so erscheint der ganze Strang auch, wie oben angeführt, nur von einer einfachen Linie begränzt. Sobald aber die Zellenhöhlungen sich zu bilden anfangen, so beginnt auch ein heller Zwischenraum zwischen dem Zellenkörper und der ursprünglichen Begränzungslinie sich zu zeigen, welcher nach innen, gegen den Zellenkörper hin, scharf begränzt erscheint. Die zwischen beiden Linien eingeschlossene helle Masse ist die Scheide. Sie bildet einen festen hohlen Cylinder, der überall den Zellenkörper der Chorda umschliesst, und zwar so eng, dass meist in späterer Zeit, wenn die Zellen desselben ihre gehörige Ausbildung erlangt haben, beim Durchschneiden des Stranges der Zellenkörper sich theilweise hervorpresst, und die Zellen im Umkreise, welche an die Scheide anstossen, stark zusammen gedrückt und abgeplattet erscheinen. Bei dem Wachsen der Chorda nach hinten in den Schwanz hinein, wo sich in Hinsicht der Zellenentstehung ganz dieselben Vorfälle wiederholen, welche anfangs im Kopfende derselben sich zeigten, kann man sich deutlich von dem

Verhalten der Chordalscheide überzeugen. Man sieht sie dann um so dünner, je weiter die Zellenbildung noch zurücksteht, und allmälig die beiden, ihren Durchschnitt bezeichnenden Linien in eine einzige zusammenlaufen. Es scheint demnach ihre Bildung auf die Weise vor sich zu gehen, dass aus der gelatinösen Urmasse der Chorda sich zwei wesentlich verschiedene Gebilde differenziren, nach aussen eine cylindrische Rindenschicht, welche allmälig ein faseriges Gewebe annimmt, nach innen ein zelliger Kern, der sich während der ganzen Dauer seines Daseins stets wesentlich von allen andern Embryonalgeweben durch seine grossen, glashellen Zellen auszeichnet. Auf welche Weise das anfangs, wie es scheint, vollständig homogene Gewebe der Chordalscheide eine faserige Structur annimmt, weiss ich nicht; ich habe keine Uebergänge zwischen diesen beiden Zuständen der Chordalscheide wahrnehmen können. Von der weitern Ausbildung der Scheide und ihrem Antheil an der Wirbelbildung wird später die Rede sein.

Ein zweites, wichtiges Moment ist die Ausbildung der Kerne. Ich habe mir viele Mühe gegeben, in den Zellen, wenn sie noch als Höhlungen in der Grundmasse erscheinen, Kerne zu erblicken, allein vergebens. Wenn die Zellen so weit vorgeschritten, dass alle Intercellularsubstanz verschwunden und die Zellenwände gegenseitig aneinander gelagert waren, dann zeigten sich die blassen Kerne. Diese Kerne stellten stets mehr oder minder runde, platte, linsenförmige Körperchen dar, welche an einer Wand der Zelle fest angelagert waren. Bei jüngeren Zellen waren sie absolut kleiner, als bei älteren; allein ihr Wachsthum stand nicht im Verhältniss mit dem der Zellen selbst, da diese weit bedeutender sich ausdehnten, als sie. Sie boten nie ein körniges Aussehen dar, sondern schienen vielmehr hohle, plattgedrückte Bläschen; ihre Durchsichtigkeit war fast eben so vollkommen, als die der Zellen selbst, doch schienen sie dem durchfallenden Lichte einen schwachen Stich ins Gelbliche oder Grauliche zu geben. Kernkörperchen habe ich nie in diesen Kernen beobachten können. Meist zeigen sie sich in der Flächenansicht, oft auch von der Seite, wo man sich dann von ihrer Linsenform und ihrer innigen Verbindung mit der Zellenwand selbst überzeugen kann.

Da ich stets Alyteseier von sehr verschiedenen Entwicklungsperioden besass, und oft Zellen von mehreren Wirbelsaiten zu gleicher Zeit unter dem Mikroskope beobachtete, so konnte von Täuschung, Uebersehen der Kerne ihrer Durchsichtigkeit wegen etc.

nicht leicht die Rede sein. Man kann indess auch bei einer und derselben Wirbelsaite sich von der Richtigkeit der Beobachtung leicht überzeugen, wenn man z. B. bei einer Larve, deren Schwanz gerade im kräftigen Wachsen begriffen ist, die verschiedenen Regionen der Wirbelsaite vergleichungsweise untersucht. Nach vorn hin findet man dann grosse helle Zellen, mit schönen, grossen Kernen und deutlicher Abtrennung der dicken Chordalscheide; mehr nach hinten kleinere Zellen mit kleinen Kernen, endlich ganz hinten einzelne kernlose Zellen in der Grundmasse eingelagert und man kann so an einem einzigen Schwanze alle mannigfachen Uebergänge studiren, welche auch bei der allmäligen Entwicklung der Wirbelsaite sich beobachten lassen.

Ausbildung junger Brut in den Zellen der Wirbelsaite, wie sie *Schwann* beobachtet hat, beginnt erst bei der Verkümmerung derselben; auch bei ihr bemerkt man keine Kerne in den jungen Zellen.

Da die Entwicklungsgeschichte der Chorda mir sehr wichtig für die Theorie der Zellenbildung überhaupt erscheinen musste, zumal weil *Schwann* auf dieses Organ mit seine Hauptuntersuchungen gerichtet hat, so untersuchte ich noch speziell Triton lobatus, dessen Larven ich durch einen glücklichen Zufall in ziemlicher Anzahl erhalten hatte, und kann nicht umhin, hier, wie späterhin bei den Knorpelzellen, die Resultate dieser Beobachtungen einzuschalten. Ich habe auf der zweiten Tafel drei Schwänze aus verschiedenen Larven in sehr verschiedenem Alter abgebildet, aus welchen die Eigenthümlichkeiten dieses Thieres sowohl, als auch die Bildung der Chorda nach demselben Prinzip klar hervorgehen.

Bei ihrem ersten Auftreten zeigt die Chorda dieselbe lineare Begränzung, als bei den Larven des Alytes, dieselbe gallertartige Grundmasse, denselben Mangel aller Art von Zellenstructur. Allein ein Umstand unterscheidet sogleich eine Tritonenchorda von der des Alytes. Diess ist die regelmässige Anordnung der Körperchen, welche in der Grundmasse liegen, und die beim Alytes unregelmässig zerstreut waren. In fast gleichen Abständen lagern die Körnchen ringartig um die Chorda herum an der äusseren Seite der Gallertmasse. Hie und da sind welche auch in der Masse zerstreut, sonst aber sind die Ringfiguren, welche sie darstellen, ziemlich regelmässig. Durch Druck wird diese Anordnung augenblicklich zerstört, eben so durch Zerschneiden des Stranges und Her-

auspressen des Inhaltes. Zellenwände, welche diese Ordnung der Körnchen bedingten, lassen sich durchaus nicht wahrnehmen.

Die Körnchen verschwinden allmälig, die Grundmasse wird heller und nun entstehen auf dieselbe Weise, wie beim Alytes, vom Kopfe her in ihr die Zellen als einzelne Höhlungen, die sich später mehr und mehr zusammendrängen und die Intercellularsubstanz aufzehren. Anfangs bemerkt man gerade keine grosse Regelmässigkeit in den eben entstehenden Zellen und ihrer wechselseitigen Anlagerung; allein bald, mit ihrer Vergrösserung, tritt eine solche hervor. Eine jede Zelle nämlich hat die Grösse, um einen ganzen Abschnitt der Chorda zu erfüllen, und da sie sich durch gegenseitige Aneinanderlagerung abplatten, so stellen sie eben so viele Scheiben dar, welche in der Scheide, wie Münzen in einer Rolle liegen; die Chorda erscheint so in ihrer ganzen Länge durch eine Menge von Scheidewänden in Kammern abgetheilt. Die Intercellularräume zwischen je zwei solchen scheibenförmigen Zellen sind sehr gering und die beiden Zellenwände scheinen unmittelbar aneinander zu liegen. Meist wechselt der Durchmesser dieser Scheiben, wenn auch in ziemlich engen Gränzen; manchmal aber sind die Zellen so genau einander an Grösse gleich, die Abstände der Scheidewände so regelmässig, dass man verführt werden kann, diese Abtheilungen für ganz etwas Anderes zu halten, als sie wirklich sind. In der That hielt auch einer meiner Freunde, ein sehr geübter Beobachter, als ich ihm eine solche regelmässig abgetheilte Chorda zeigte, die einzelnen Abschnitte für die Wirbelabtheilungen und wunderte sich über deren grosse Anzahl. Erst bei näherer Betrachtung erkannte er seinen Fehler, und das Durchschneiden der Chorda, wo der Kern hervortrat und die einzelnen Zellen, frei werdend, ihre ursprüngliche Kugelform annahmen, überzeugte ihn völlig von dem augenblicklichen Irrthum. Sobald die Intercellularsubstanz verschwunden ist, erscheinen auch die Kerne; in den werdenden Zellen konnte ich sie eben so wenig finden, als beim Alytes.

Ausser dieser regelmässigen Anordnung zeichnet aber noch eine weitere Eigenthümlichkeit die Wirbelsaite des untersuchten Triton aus. Betrachtet man nämlich die Chorda einer älteren Larve, welche schon ausgebildete Vorderfüsse hat, und wo die Hinterfüsse zu sprossen beginnen, so ist in dem grössten Theile des Kernes die regelmässige Anordnung der scheibigen Zellen verschwunden. Die Zellen sind ungemein

gross, deutlich nucleirt und meist von dodecaedrischer oder dieser genäherter Form. Sie erfüllen nicht mehr den ganzen Durchmesser des Cylinders, sondern sind meist so geordnet, dass zwei oder drei in demselben Querdurchmesser der Chorda befindliche Zellen zusammen gehören, etwa die gleiche Grösse besitzen, und so einer früher bestandenen Scheibenzelle durch ihre Anordnung entsprechen. Verfolgt man nun die Chorda weiter in den Schwanz hinein, so sieht man dort die ursprüngliche Scheibenform der Zellen, wo jede einen queren Chordaldurchmesser einnimmt, zwar auftreten, allein es zeigen sich hie und da doch schon Scheiben, welche aus zwei, in der Mitte geschiedenen Zellen zusammengesetzt erscheinen. Schreitet man nun noch weiter gegen die Schwanzspitze vor, so erblickt man an vielen Stellen spitze Verlängerungen in die Zelle hineinragen, während zugleich die Intercellularsubstanz an Masse zugenommen zu haben scheint. Es sehen diese in die Zellen hineinragenden Verlängerungen der Intercellularsubstanz gerade so aus, als wenn die Zellenmembran sich hier einbiege, nach innen zu; d. h. als wenn die Zelle im Theilungsprozesse begriffen sei. An einer solchen Stelle scheint dann auch die Intercellularsubstanz sich der Einbiegung nach zu ziehen und man findet viele, aus zwei neben einander liegenden Zellen gebildete Scheiben, wo die beiden mittleren Zellenwände wie zwei krumme Linien, deren convexe Flächen einander zugekehrt sind, erscheinen,)(, und wo es scheint, als hätten zwei Einkerbungen von beiden Seiten her, also im Körperlichen betrachtet, eine ringförmige Einschnürung die Zelle in zwei getheilt.

Bei der Palée habe ich den Entwicklungsgang der Chorda im Allgemeinen in ganz ähnlicher Weise beobachtet. Wenn aber bei diesem Fische die Kleinheit und Durchsichtigkeit der entstehenden Zellen ein grosses Hinderniss der Beobachtung in den Weg legen, so wird man auf der andern Seité durch den Mangel an Körnchen, welche die Urmasse des Stranges bei den Batrachiern undurchsichtig machen und leicht Täuschungen verursachen können, sehr begünstigt. In der That zeichnen sich die Fischembryonen im Allgemeinen dadurch aus, dass ihre constituirenden Zellen wenig oder gar keinen in fester Form niedergeschlagenen, sondern nur flüssigen Nährstoff enthalten. Daher auch ihre Durchsichtigkeit. Der Gallertstrang, welcher bei den Fischembryonen sich anfangszeigt, hat die vollkommenste Durchsichtigkeit, welche man wünschen kann. Aeusserst

feine Querstreifchen, welche sich auf dem Gallertstrange zeigen, scheinen das Analogon der bei den Tritonen beobachteten ringförmigen Anordnung der Kügelchen zu sein. Die Zellen erscheinen ebenfalls, wie bei den Batrachiern, als scheinbare Höhlungen, klein, isolirt, meist von oblonger Gestalt. Der grösste Durchmesser dieser eiförmigen Blasen liegt meist in der Queraxe der Chorda. Die Intercellularsubstanz verschwindet allmälig mit der Ausdehnung der Zellen; die Kerne erscheinen in diesen erst sehr spät; gegen die Zeit der Enthüllung des Embryo hin. Die Anlagerung der Zellen ist nicht so regelmässig, als bei den Tritonen; vielmehr der bei dem Alytes beobachteten ähnlich. Junge Brut habe ich nie in ihnen beobachtet; ebensowenig Erscheinungen, welche auf eine Vermehrung der Zellen durch Theilung hindeuten konnten.

Die Entstehungsgeschichte der Wirbelsaite liefert ein Bild vieler Gewebe im Embryo, und es müssen daher die bei den vorstehenden Untersuchungen gewonnenen Resultate um so wichtiger sein. Es fragt sich aber hier vor allen Dingen: woraus ward die gallertartige Grundmasse, das Cytoblastem, auf welches unsere Beobachtungen überall zurückführten? Ist es ursprünglich als solches vorhanden, oder entsteht es auf secundäre Weise? Alytes und die ungeschwänzten Batrachier überhaupt, wie es scheint, lassen uns hier im Unklaren. In der That kann die mit Körnchen ohne Regelmässigkeit durchstreute Grundmasse, welche sich bei den Embryonen dieser Thiere findet, uns keinen Anhaltspunkt gewähren für die Entscheidung dieser Frage. Es könnte eben so gut angenommen werden, dass diess eine mit Kernkörperchen durchstreute Urmasse, wie *Schwann* sie für die erste Entstehung der Zellen postulirt, sei, als ein secundär durch Zerstörung der Embryonalzellen hervorgegangenes Blastem. Triton lobatus dagegen gibt uns hier schon besseren Aufschluss. Bei ihm sind die in der Urmasse vertheilten Körnchen auf eine gewisse Weise gelagert; die Ringe, welche sie rund um den Strang bilden, scheinen einer vorher bestandenen Organisation ihren Ursprung zu verdanken. Betrachten wir nun die Embryonalmasse, welche bei Triton unter der Umhüllungshaut zwischen deren beiden Blättern, im Schwanze liegt, und zur Bildung des Muskel- und

und Flossenparenchyms des Schwanzes bestimmt ist, so sehen wir in ihr eine ähnliche Anlagerungsweise der Körnchen, aber in der Fläche ausgebreitet. Ich habe desshalb auf der Figur dieses umgebende Embryonalgewebe mit gezeichnet, das der Umhüllungshaut dagegen, welche aus schönen, durchsichtigen Pflasterzelllen ohne körnigen Inhalt besteht, um die Figur nicht zu überladen, weggelassen. Eine zellige Structur verräth sich hier auf alle Weise. Zellenmembranen sind zwar nicht zu erblicken, allein überall bilden die Körnchen kranzförmige Gruppirungen, welche, wenn man sie mit Linien umschlösse, das vollständige Bild einer Zellenmasse geben würden, längs deren Wänden die Körnchen des Nahrungsgehaltes deponirt sind. Vorher kann man auch diese Zellen wirklich sehen und sich überzeugen, wie sie alle, mit Nahrungskörpern über und über erfüllt, in dem platten Schwanze dichtgedrängt wie eine Mosaik neben einanderliegen. Während nun die Körnchen in der Mitte zuerst resorbirt werden, und die längs der Zellenwände gelagerten noch sich in ihrer eigenthümlichen Natur entfalten, schwinden die Zellenwände. Die Körnchen bleiben aber, wenn gleich ihrer haltenden Stütze beraubt, in der Lage zurück, in welcher sie vor dem Verschwinden der Zellenwände sich befanden, und bilden so die maschenförmigen Figuren in dem Cytoblastem, welches durch das Verschwinden der Zellenwände hervorgetreten ist.

In der Chorda scheint die regelmässige Anlagerung der Kügelchen auf ganz denselben Entstehungsgang hinzudeuten, nur mit dem Unterschiede, dass sich die Embryonalzellen in der Längenrichtung zusammengruppiren, während sie in der Flosse sich flächenartig neben einander legen. In der Schwanzflosse stellen daher die zusammengedrückten Embryonalzellen sich in ihrer ganzen Breite, in dem Chordalstrange nur mit dem Rande uns entgegen. Daher dann bei der einen die maschenförmigen Figuren, bei der andern die ringförmige Gruppirung der nach dem Schwinden der Zellenmembranen zurückgelassenen Körperchen. Es scheint die Bildung der ursprünglichen Chordalmasse auf die Weise vor sich zu gehen, dass die Embryonalzellen sich in der Längenrichtung in einen Strang zusammendrängen, dass ihre Membran schwindet, während die längs ihrer Wände gelagert gewesenen Körnchen in der durch die früheren Zellenmembranen bedingten Anordnung verharren und dass dann die nach Zerstörung der Zellen zurückgebliebene Masse, welche früher deren Inhalt bil-

dete, als secundäres Blastem auftritt, in welchem neue Zellen, die eigentlichen Chordalzellen, sich entwickeln. Wir sehen demnach hier denselben Bildungsgang bei der Entstehung der Chordalzellen aus den Embryonalzellen sich wiederholen, welchen wir schon bei der Entwicklung der Letzteren aus den Dotterkernzellen erkannt hatten.

Ein zweiter, für die Zellenentwicklung wichtiger Umstand ist die Beobachtung von directer Zellenentstehung ohne Mitwirkung des Kernes. Es ergibt sich in den Chordalzellen deutlich eine Epigenese der Kerne. Sie entstehen erst in diesen Zellen, wenn sie auf einer gewissen Höhe der Ausbildung sich befinden, und nach *Schwann's* Beobachtungen, welche gewiss hier als gültig angesehen werden müssen, entsteht die junge Zellenbrut in der Chorda auf eben dieselbe Weise, wie die älteren Mutterzellen; ohne Dazwischenkunft von Kernen. Es ist dies Faktum nicht ohne Wichtigkeit; es beweist, dass eine Zelle, die keinen Kern hat, nicht früher nothwendig einen solchen gehabt haben muss; dass mithin eine solche Zelle eben so jung sein kann, als eine andere, welche kaum sich um einen Kern auszudehnen beginnt, während, wenn man den Kern als nothwendig zur Zellenentstehung ansieht, eine kernlose Zelle schon einen gewissen Cyclus von Metamorphosen durchlaufen haben muss, ehe sie den Kern verlor.

Die Chorda der Tritonen endlich zeichnet sich durch die Andeutungen beginnender Theilung vor der der ungeschwänzten Batrachier aus; allein die verschiedenen Uebergangsstufen zwischen der ungetheilten und der getheilten Zelle sind noch nicht mit gehöriger Ausführlichkeit beobachtet, als dass man den Prozess als einen völlig erkannten ansehen könnte. Zwar sind die eckigen Vorsprünge in das Innere der Zellen ein Umstand, der sich nicht leicht anders, als durch solche beginnende Einknickung der Zellenwand erklären lässt. Zuweilen glaubte ich, es seien Kerne von ihrer schmalen Seite gesehen, welche mir so erschienen; in anderen Fällen, es seien vielleicht sehr kleine, in der Intercellularsubstanz entstehende junge Zellen; allein alle diese Vermuthungen schwanden bei genauerer Betrachtung. Indess wäre auch Vermehrung der Zellen durch Theilung in einzelnen thierischen Geweben keine so ganz unwahrscheinliche Sache. Für die Faserzellen hat schon *Schwann* nachgewiesen, dass sie durch Zertheilung

der ursprünglichen Zellenkörper entstehen. Doch ist die bei den Faserzellen angenommene Zertheilung ein anderer Prozess, als der, welchen wir in der Tritonenchorda vor uns haben. Dort zertheilt sich die Zelle, um dadurch zwei, ihr durchaus ähnliche Organismen zu bilden; sie geht mithin in ihrer Eigenthümlichkeit nicht unter, und eine jede der durch Theilung entstandenen neuen Zellen hat, die Grösse ausgenommen, durchaus kein unterscheidendes Merkmal von den andern. Dagegen zertheilt sich bei der Faserzelle die Zelle in Bildungen, welche durchaus nicht mehr die Zellennatur haben, und nie als Zelle fungiren können. Während sie dort mithin in ihrer Eigenthümlichkeit sich regenerirt, sich gleichsam neu erzeugt, geht hier die Zelle in ihrer neuen Bildung unter, stirbt als Zelle ab.



Der Embryo bis zum Hervorsprossen der äusseren Kiemen.

Wir hatten das Ei verlassen im Momente der Anlegung der Wirbelsaite. Der ganze Embryo bestand aus den zwei noch parallelen Rückenwülsten, der Wirbelsaite und war noch von der Dotterhaut in seinem ganzen Umfange umhüllt. Die Umhüllungshaut war noch nicht als eigene Zellenschicht abgeschieden. Es waren mithin nur Organe der rein thierischen Sphäre, die sich uns entgegenstellten; die der vegetativen Seite angehörenden Theile liegen noch in dem Chaos der Rindenschichtzellen gleichsam vergraben, und beginnen nur nach und nach sich daraus hervorzubilden.

Schwierig ist es, die Ausbildungen der Rückenwülste zu verfolgen. Gegen das Kopfende hin allmälig sich erhebend, breiten sie sich hier bedeutend aus, um sich am vorderen Ende in stumpfem Winkel zu vereinigen. Zugleich mit dieser Ausbreitung aber überwölben sie sich nach innen zu, unter dem Schutze der Dotterhaut einander entgegenwachsend. Die überwölbenden Parthien sind aber so dick und undurchsichtig, dass ich der allmäligen Verminderung der inneren Höhlen, den Aussackungen des Auges und Ohres, so wie den Abtheilungen, welche sich während dieser Aussackungen bilden, nicht gehörig folgen konnte an dem frischen Embryo. An in Säure oder Weingeist erhärteten Individuen ändern sich aber durch die Zusammenziehung die äusseren Formen und die Verhältnisse der noch so weichen Theile so auffallend, dass ich daraus keine genügenden Resultate erhalten konnte. Die Hirnabtheilungen, welche durch das Zusammenwachsen der Rücken-

wülste gebildet werden, sind bei dem Alytes im Anfange nur sehr unvollkommen nach aussen markirt. Man sieht meist nur eine grosse, sehr verschoben viereckige Spalte über den Kopftheil sich hinziehen, die allmälig von vorn nach hinten sich schliesst. Die Augenanlage erscheint als ein mit heller Flüssigkeit gefüllter Fleck zur Seite des vorderen Endes dieser Spalte; die Anlage des Ohres in gleicher Art neben dem hinteren Ende. Doch ist namentlich in Hinsicht der beiden Sinnesorgane zu bemerken, dass zwischen ihnen die Spalte geräumiger scheint, was darauf schliessen lässt, dass hier eine bedeutende Erweiterung im Innern der Hirnanlage sich vorfinde. Hinter der Augenanlage ist der Spalt durch eine Brücke geschlossen und erweitert sich dann wieder in weitem rhomboidalem Klaffen. Es sieht mithin zu dieser Zeit das Hirn so aus, als bestände es nur aus zwei Abtheilungen; einer zwischen den Augen und einer zweiten zwischen den Ohren gelegenen. Vor der Augenzelle gewahrt man freilich eine leichte Einsenkung, welche auf eine sehr kleine, vorderste Hirnabtheilung hinzudeuten scheint. Nach aussen gegen die umgebende Embryonalmasse hin, erscheint die Hirnsubstanz durchaus noch nicht differenzirt, man kann auf frischen Durchschnitten des Embryo's nur die Spuren von dem durch die Verwachsung der Rückenwülste entstandenen leeren Mittelraum, welcher die Grundlage der Hirnhöhlen wird, nichts aber von einer Trennung der Wülste von der aussen sie umgebenden Embryonalsubstanz bemerken. Den Rücken entlang schliessen sich die Wülste sehr schnell und wenn noch am Kopfe der Halbkanal offen steht, so ist schon am Rücken die Röhre vollständig geschlossen.

Schon zu der Zeit, wo die Rückenwülste selbst in der Rückengegend noch nicht vollständig geschlossen sind, sieht man an der Umgränzung des Embryo's einige Veränderungen, welche auf Neubildungen zur Seite der Rückenwülste hindeuten. Die früher parallelen Eindrücke, welche ganz im Anfange den Embryo von dem Reste der Rindenschicht lostrennten, haben sich weit mehr vertieft, sind aber zugleich in ihrem Verlaufe bedeutend geändert. In der Rückengegend schmiegen sie sich hart an die Rückenwülste an, so dass diese schon vor der Vereinigung einen hohen, schmalen, in der Mitte gespaltenen Kamm darstellen. Die Kopfgegend hingegen ist weit breiter und nicht so über den Rest erhoben; ihre vordere Umgränzung stumpf abgerundet, und schildförmig breit, so dass der grösste Breitendurchmesser in die Mitte der Augenanlage

etwa fällt. Von da an verschmälert sie sich rasch nach hinten, um in den kammförmigen Rückentheil überzugehen. An dem Rande bemerkt man mehrere wellenförmige Einkerbungen, deren Zahl anfangs nicht ganz bestimmt scheint; meist bemerkt man zwei oder drei. Es sind diese Einkerbungen die ersten Spuren der sich bildenden Kiemen- oder Visceralbogen.

Es entstehen diese Gebilde ganz auf dieselbe Weise, wie die Rückenwülste, und ganz wie sie entsprechen sie ebenfalls in ihrer Uranlage einer Menge einzelner, später sich differenzirender Organsysteme. Man beobachtet deutlich in dem Fortgange der Entwicklung, dass hinter der schildförmigen Kopfanlage, welche jetzt noch den ganzen Schädel mit allem Inhalte darstellt, ein anfangs schmaler und dünner Wulst sich erhebt, welcher von den Rückenwülsten nach vorn auslaufend, sich gegen den Kopf hin allmälig verliert. Bald entsteht ein ähnlicher zweiter und dritter Fortsatz hinter dem ersten, welche, parallel demselben, nach vorn gegen den Kopf sich krümmen. Diese Fortsätze sind alle anfangs ziemlich schmal, hoch und scharf begränzt, die Zwischenräume zwischen ihnen breiter, als sie selbst. Auf Durchschnitten unterscheiden sich die in ihnen angehäuften Zellenmassen durchaus nicht von den sie umgebenden Zellen der Rindenschicht oder der Embryonalsubstanz. Sie liegen flach, der Eikrümmung gehorchend, auf dem Eie auf und erweisen sich auch hierdurch als Gebilde, welche nur durch eine besondere Anlagerung der Rindenschichtzellen hervorgegangen sind.

Noch während die eben beschriebenen drei Fortsätze sich von der Rindenschicht hervorheben, haben weitere Metamorphosen neben und zum Theil unter dem Kopfschilde das Verhältniss desselben zum Dotter geändert. Anfangs nämlich nur flach und wenig erhaben über die Eikrümmung, hebt sich das Kopfschild nach und nach mehr über dieselbe hervor, indem, wie in der Rückengegend, sich seine Mitte ebenfalls kammförmig erhebt, und seine Seiten schärfer nach unten sich abgränzen. Doch ist diese Erhebung des Kopfes mehr gleichmässig, seine Wölbung weit rundlicher, als die des Rückens. Die hinteren Kiemenfortsätze folgen dieser Erhebung in so fern, als sie sich mehr nach vornen richten, sich verdickend ebenfalls mehr über die Fläche der Rindenschicht vortreten und sich bogenförmig nach unten gegen einander krümmen. Zugleich entstehen unter dem Kopfe zwei vordere Fortsätze, welche ganz in ähnlicher Weise, wie die hinteren sich verhalten. Der vorderste dieser Fortsätze ist sehr dick und voluminös;

von dem Auge ausgehend, krümmt er sich schief nach unten. Sein vorderer Rand ist scharf abgegränzt durch die Abhebung des Schädels nach oben; von dem zweiten ist er nach hinten durch einen tiefen Eindruck geschieden. Dreht man den Embryo auf den Rücken, so sieht man die beiden Fortsätze, durch eine weite Spalte getrennt, lappenförmig von der Augengegend herabhängen und die untere Seite der Schädelanlage theilweise umfassen. Ganz in ähnlicher Weise beugen sich die folgenden Fortsätze nach unten herum; ihre Vereinigung ist aber gehindert durch eine Zellenmasse, welche zwischen ihnen sich angesammelt hat. Es scheint demnach der Vorgang der Kiemenbogenbildung hauptsächlich darauf zu beruhen, dass die als Kopf- und Halstheil des Embryo anzusehende Zellenmasse sich nach und nach von dem übrigen Umfange der Rindenschicht abhebt, und dass bei diesem Prozesse die diese Theile abschnürende Furche immer tiefer nach innen eindringt, so dass der durch die Abhebung entstandene Raum von beiden Seiten allmälig durch die Kiemenbogen umfasst wird. Der Kopftheil des Embryo besteht also zu dieser Zeit, wo der Hirnspalt noch weit klafft, aus einer breiten mittleren Tafel, der Schädelbasis, welche nach oben in zwei einen Halbkanal bildende Blätter, die Rückenwülste, nach unten in zwei ähnliche, die noch ungetrennten Visceralbogen, sich umschlägt. Sobald beide sich geschlossen, stellen sie die beiden Hauptröhren dar, aus welchen das Wirbelthier sich zusammensetzt, nach oben das die Organe der sensiblen Sphäre umschliessende Wirbelrohr, nach unten das die vegetativen Organe umfassende Visceralrohr. Ersteres schliesst sich schon frühe durch das Ueberwachsen der häutigen, muskulösen und knorplichen Schädelbedeckungen, letzteres erst sehr spät, da sein hinterer Theil, die Leibeshöhle, noch lange durch den vorragenden Dotter an vollständigem Schlusse verhindert wird.

Die Vertiefungen zwischen den einzelnen Kiemenfortsätzen bieten anfangs nur leichte Einfurchungen dar, welche selbst breiter erscheinen als die Fortsätze selbst. Allmälig aber sammeln sich die Zellen mehr und mehr in den Fortsätzen an, diese nehmen an Breite und Höhe, die Furchen dazwischen an Tiefe zu, und indem dieser Prozess des Auseinanderweichens weiter und weiter fortschreitet, brechen endlich die Spalten nach innen in den von den Bogen umschlossenen Raum durch, und es entstehen so vier Kiemenspalten, welche von vorn nach hinten an Grösse abnehmen.

Die vorderste, weiteste und längste dieser Spalten liegt zwischen dem ersten und zweiten, die letzte zwischen dem vierten und fünften Fortsatze.

Während diese Veränderungen am Kopftheile des Embryo vor sich gehen, ist der Rumpf nicht müssig geblieben. Die Rückenwülste haben sich vollständig geschlossen; eine kammförmige Erhöhung, welche allmälig zu einer Art Floese emporwächst, zieht sich auf der Naht ihrer beiden Hälften hin. Die Wirbelsaite lag anfangs, der Eikrümmung folgend, in der Masse der Rindenschicht unter dem Grunde der Rückenfurche begraben; der allgemeinen Erhebung des Embryo folgend tritt sie ebenfalls mehr aus der Tiefe hervor, indem sich zugleich die den Embryo abschliessenden Vertiefungen mehr und mehr eingraben und den Rumpf von der umgebenden Zellenmasse absondern. Wie am Kopfe, wo die Chorda nur bis zwischen die beiden Ohrblasen reicht, diese und die Schädeltafel den Ausgangspunkt bilden, von welchem her die Halbrinnen der beiden Urrohre sich nach oben und unten umkrümmen, so steht auch am Rumpfe die Chorda alsMittellinie der noch indifferenzirten Zellenmassen dar, welche nach oben als Rückenwülste sich schon zu vollständigem Rohre schlossen, während sie nach unten, als Bauchplatten, die unvollständige Fortsetzung des mit den Kiemenbogen anfangenden Visceralrohres darstellen, welches noch in weiter schiffförmiger Spalte, den Anfang des Dotters umfassend, auseinander steht. Nach hinten endet der Rumpf warzenförmig; kaum ist aber hier die ihn abgränzende Einsenkung vollständig geworden, so beginnt er auch in dieser Richtung auszuwachsen und sich zu verlängern als Schwanz. Dieser Schwanz wächst überraschend schnell; er ist anfangs mehr cylindrisch und wird erst mit dem Fortgange der Entwicklung seitlich platt gedrückt.

Sobald der Schwanz eine gewisse Länge erreicht hat, so erhebt sich auf dem dritten Kiemenbogen, und zwar auf dessen oberer Hälfte, ein stumpfes, rundliches Knötchen, welches allmälig mehr und mehr hervorsprosst, und als schmaler, länglicher Fortsatz, der am Ende etwas angeschwollen und eingekerbt ist, sich darstellt. Es ist dieser Fortsatz das Rudiment der äusseren Kieme und der Alytes zeichnet sich dadurch aus, dass er nie mehr als eine einzige Kieme ausbildet; die andern Kiemenbogen zeigen nie eine Spur einer ähnlichen Excrescenz.

Die äusserste Zellenschicht des Embryo hat sich während dieser Periode nun vollständig nach und nach als Umhüllungshaut differenzirt, und mit ihrer Ausbildung ist die

Dotterhaut verschwunden. Sie umkleidet den Embryo überall enge; nur in der Gegend der Kiemenbogenvereinigung findet eine Ausnahme von dieser Regel statt. An dieser Stelle nämlich hat sich, wie schon oben erwähnt, eine besondere Zellenmasse isolirt, welche allmälig zu dem Herzen sich heranbildet. Der Dotter hat sich durch das Vorwachsen und Abheben des Kopfschildes von dem Vordertheil des Embryo zurückgezogen. Die Umhüllungshaut, welche an den Kiemenbogen fest anhängt, umgibt in weitem Sacke das Herz und setzt auf den Dotter über, diesen in seinem ganzen Umfange überziehend. So zeigt sich denn, bei Betrachtung des Embryo von unten, ein dreieckig durchsichtiger Sack, dessen Spitze an der Vereinigungsstelle der beiden Hälften des zweiten Kiemenbogens befestigt ist, und dessen Basis durch den Dotter selbst gebildet wird. Durch den Sack schimmern die hinteren Kiemenbogen und das fast noch unförmliche, plump viereckig gestaltete Herz durch.

Zu gleicher Zeit mit der Hervorbildung des unteren Visceralrohres hat sich indess die Anlage des Darmes und der *Wolff*'schen Körper hervorgebildet. Es ist in der That schwierig, diese genau zu verfolgen in ihrer Entstehung und sich einen richtigen Begriff zu machen von ihrer Hervorbildung. Die Thatsachen, welche hierher gehören, um diesen Prozess einigermasser zu verdeutlichen, sind folgende:

Geht man unter dem Kopfschilde ein bei einem Embryo, welcher fast am Schlusse der hier behandelten Periode steht, so kann man die durch die Kiemenbogen umschlossene Höhle verfolgen bis an den Ort, wo hinter dem Herzen der Dotter vorspringt. Hier ist sie verschlossen durch eine quere Zellenansammlung, welche mithin zwischen dem Grunde des Schädelschildes und dem letzten Kiemenbogen ausgespannt ist. Es ist demnach die Mund- und Rachenhöhle zu dieser Zeit ein blinder Sack, nach oben durch das Schädelschild, nach hinten durch die erwähnte Zellenmembran, nach unten durch die zwischen den hinteren Kiemenbogen angesammelte dünne Zellenmasse, auf welcher das Herz ruht, (den Kiemenbogenträger) abgegränzt. Durchbricht man die hintere Wand dieses Blindsackes, so trifft man auf den Dotterkern, welcher lose dahinter ruht und durch eine Spalte von ihr getrennt ist. Die hintere Wand setzt sich nach unten und seitlich in die den Dotterkern umkleidende von der Umhüllungshaut selbst wieder umzogene Rindenschicht (die sogenannten Bauchplatten) fort. Es bildet somit die ganze Bauchhöhle einen rundlichen Sack, welcher zuerst von der Umhüllungshaut, dann von der, nach beiden Seiten hin von

5*

dem Embryo aus sich direkt fortsetzenden Zellenmasse der Rindenschicht umschlossen ist, und in ihrem Inneren den kugelförmigen Dotterkern einschliesst. Der After ist nur durch den Winkel angedeutet, welchen der hervorwachsende Schwanz mit dem Umfange des Dotters macht. Eine Oeffnung existirt hier noch nicht.

Je jünger der Embryo, desto geringer ist die Mund- und Rachenhöhle ausgebildet, wie natürlich, da ihr Schluss von der Ausdehnung der Kiemenbogen abhängt.

Gegen den Schluss dieser Periode hin gewahrt man hinter dem letzten Kiemenbogen auf der inneren Seite eine kleine Zellenansammlung an jeder Seite der Wirbelsaite welche noch nicht gehörig von den umgebenden Parthien sich losgetrennt hat. Es sind diess die Uranlagen der *Wolff*'schen Körper. Höhlen in ihrem Innern oder von ihnen ausgehende Ausführungsgänge lassen sich noch nicht wahrnehmen. Zu gleicher Zeit mit ihnen gewahrt man an der vorderen Fläche des Dottersackes, an der inneren Seite der hinter dem Herzen hinabgehenden Scheidewand, eine solide Zellenansammlung, welche einerseits mit dieser Scheidewand, andererseits mit der Oberfläche der inneren Platte der Rindenschicht fest zusammenhängt. Es ist die Leberanlage. Mit der Entstehung dieser beiden Zellenmassen, der *Wolff*'schen Körper und der Leber nämlich, steht in genauem Zusammenhange die vollständige Lostrennung einer inneren, den Dotterkern umhüllenden Zellenmembran von den Bauchplatten. Der Dotterkern fliesst jetzt nicht mehr aus, wenn man die Bauchplatten durchschneidet. Er wird von einer sackartigen Membran eingehüllt, welche an der inneren Fläche der hinter dem Herzen herabsteigenden Scheidewand zwischen Leber und *Wolff*'schen Körpern entspringt, die ganze Länge der Bauchhöhle hindurch in der Mitte der Wirbelsaite an den diese bedeckenden Zellen angeheftet und an der noch undurchbohrten Aftergegend geschlossen ist. Dieser, von der Innenfläche der Bauchplatten losgetrennte Sack ist der Darm, mit seiner Peritonealhülle, der erst später durch Faltungen röhrenförmig wird.

Ein weiterer Fortschritt in der Entwicklung ist die Entstehung der Wirbelabtheilungen während dieser Periode. Sie zeigen sich, sobald die Wülste am Rücken geschlossen und der Schwanz zu sprossen beginnt, als gleichmässig von einander abstehende Furchen, welche, die Umhüllungshaut, die Chorda unnd die jetzt sich differenzirenden inneren Zentralorgane des Nervensystems ausgenommen, durch die ganze Dicke der Zellenmassen des Rumpfes durchsetzen. Sie sind nicht gerade, sondern stets, den Mus-

kelzeichnungen der Fische analog, zickzackförmig gebogen und bilden in der Mittellinie des Rumpfes einen nach hinten geöffneten Winkel. Die durch diese Linien bezeichneten Einfurchungen sind durchaus nicht tief. höchstens leichte Kerbungen; ihre Fortsetzung nach innen ist durch schwärzliche Linien in der Zellenmasse markirt, welche durch stärkeres Aneinanderdrängen der Zellen an diesen Orten bedingt scheinen.

Suchen wir nun durch Nebeneinanderstellung der beiden Extreme, welche die hier angenommene Periode in sich schliessen, den Fortschritt während derselben uns deutlich zu machen.

Wir finden im Anfange den Embryo noch kaum von dem Ei geschieden, noch nicht als selbstständig abgegränztes Wesen; zwei der Eikrümmung angeschmiegte Wülste der Rindenschicht, die eine vorn breite, hinten schmale Furche zwischen sich schliessen, und ununterbrochen in die umgebende Rindenschicht des Dotters übergehen, sind das Gesammtbild des ganzen Embryo's. Als innere Differenzirungen bemerken wir einerseits als Axe der gesammten Embryonalgebilde die Chorda, andererseits als peripherische Absonderung die Zellenmembran der Umhüllungshaut; ausser diesen beiden gesonderten Organen nur ohne weiteren Unterschied zusammengehäufte Zellenmassen, welche ihrer einzelnen Verwendung nach verschiedenen Richtungen entgegen harren.

Halten wir dagegen den Embryo an dem Schlusse dieser Periode. Er hat sich frei gemacht von der Herrschaft des Dotters, er folgt nicht mehr in seiner ganzen Ausdehnung der Eikrümmung, nur der Rumpf, der Träger der vegetativen Organe, ist dieser noch unterworfen. Ueber der ausgebildeten Chorda hat sich die erste Spur des Hirns und Rückenmarks, als zarte, den innern Wänden der durch die Vereinigung der Rückenwülste entstandenen Höhlungen entlang abgelagerte Zellenmassen differenzirt. Auge und Ohr sind weit vorgeschritten in ihrer individuellen Ausbildung; die Nase als kleines Grübchen angelegt. Das Gehirn beginnt sich in einzelne scharf getrennte Abschnitte zu theilen. Die zur Ausbildung der Knochen und Muskelmasse bestimmte noch ungeschiedene Zellenanhäufung um und vor der Chorda steht an der Gränze ihrer Theilung nach diesen zwei Richtungen. Die Wirbelabtheilungen sind angezeigt. Der Gegensatz zwischen animalen und vegetativen Organen ist durch die Entwicklung des Kiemensystems, der Mund- und Rachenhöhle, der Bauchplatten gegeben. Der Darm beginnt seine Entwicklung; mit ihm die Hauptausscheidungsorgane des Embryo, Leber und

Wolff'sche Körper. Das Herz ist ebenfalls in seiner Uranlage gegeben und somit der Markstein zwischen dem einfachen Zellenleben und der durch die Circulation bedingten thierischen Ernährung gesetzt. Der Dotter erscheint nun als Beherrschtes, was seinem Untergange entgegen geht; selbst die weissere Farbe unterscheidet von ihm den mehr und mehr seiner Selbsständigkeit zueilenden Embryo.

Das Zellenleben während dieser Periode beschränkt sich mehr auf thätige Vermehrung der Massen, welche zu den mannigfaltigen Organanlagen verbraucht werden, als auf besondere innere Veränderungen der Zellen zur Bildung bestimmt characterisirter Gewebe. Mit Ausnahme der Chorda, deren Zellenentwicklung wir in dem vorigen Kapitel ausführlicher dargestellt haben, und der Umhüllungshaut, welche wir sogleich näher ins Auge fassen werden, lassen sich microscopisch die sämmtlichen übrigen Organe nicht unterscheiden und die Zellen des Herzes z. B. bieten nicht die mindeste Eigenthümlichkeit dar vor denen der Centralnervenorgane oder der Kiemenbogen. Namentlich muss ich darauf aufmerksam machen, dass alle die Chorda und das Centralnervensystem umhüllenden Zellenmassen, welche später in Haut, Muskeln und Nerven sich umwandeln, durchaus eine und dieselbe Zellenstructur darbieten, und dass selbst formell keine, sie in diese verschiedenen Gewebe spaltenden, Abtheilungen nachgewiesen werden können; dass dieselben Zellenmassen unter der Umhüllungshaut auf den Dotter sich fortsetzen, denselben als Bauchplatten umhüllend und dass die Kiemenbogen Fortsetzungen derselben Zellen darstellen, dass Herz, Leber und *Wolff*'sche Körper aus eben denselben Zellen bestehen und nur abgesonderte Ansammlungen derselben zu sein scheinen. Die Zellen, welche allen diesen verschiedenen Organen zur Grundlage dienen, sind die der Rindenschicht. Der Inhalt ist in allen auf molekulare Körperchen reduzirt, deren Menge sehr gemindert ist und die meistens nur noch als Kranz um die in jeder Zelle vorhandene Kernzelle sich vorfinden. Ich habe mich noch nicht überzeugen können, ob diese Kernzellen, welche übrigens ganz den schon zu Anfang in der Rindenschicht vorgefundenen ähnlich sind, sich weiter ausdehnen und durch diese Ausdehnung die einschliessende Zelle sprengend, dann selbstständig als Zelle fungiren; ich habe oft solche Kernzellen frei gesehen, allein stets in derselben Grösse, welche sie, noch eingeschlossen, darboten. Die Erzeugung neuer Zellen scheint auch hier in der Intercellularsubstanz oder dem durch Zerstörung der Embryonalzellen entstandenen sekundären Cytoblastem vor sich

zu gehen, und man erkennt solche neuen Zellen sogleich an der glashellen Durchsichtigkeit ihres Inhaltes, während die ältern stets noch eine geringe Menge von dunkeln Molecularkörperchen enthalten. Auf dieser Verzehrung des Nahrungsinhaltes in den alten Zellen und der Entstehung neuer, durchsichtiger Zellen in der Intercellularsubstanz beruht auch der Umstand, dass der Embryo eine durchaus milchweisse Farbe hat, welche stark gegen die gelbe Tinte des Dotters absticht, und dass an dünneren Theilen derselbe halbdurchsichtig erscheint. An vielen Stellen, wo die Theile hautartig werden, und die einzelnen Zellen sich zu Membranen aneinander reihen, kann man deutlich beobachten, wie anfangs die Zellen dicht aneinander gränzen mit wohlerhaltenen äusseren Wänden, meist noch mit Molecularkörperchen angefüllt, wie dann die äusseren Zellenmembranen oft noch vor der Verzehrung des Inhaltes schwinden, und nur die Kernzellen mit einem sie umgebenden Kranze von Molecularkörperchen sich erhalten, dann auch die Kernzellen untergehen, und nur eine gleichförmige durchsichtige Membran überbleibt, an welcher nur hie und da einige in krumme Linien gereihte Körperchen die ehemalige Zellenstructur andeuten.

Namentlich an der Umhüllungshaut lässt sich dieser Untergang der ursprünglichen Zellen leicht beobachten. Indess bleibt diese Membran nicht bei dem hierdurch herbeigeführten Zustande stehen; sie entwickelt wieder neue Zellen, und zwar auf ihrer äussern Oberfläche Flimmerzellen, von welchen eben die Drehung des Embryo abhängt. Es unterscheiden sich diese Flimmerzellen nur durch ihre Wimpern von den andern in der Substanz der Umhüllungshaut gelegenen; sie sind vollkommen rund, glashell, mit deutlichem, hellem, nicht granulirtem Kerne versehen, und nur auf der nach aussen gekehrten Fläche mit Wimperhaaren besetzt. Diese Flimmerhaare sind aber so ausserordentlich fein, wie ich sie noch auf keinem Epithelium erblickt habe, und es hält äusserst schwer, sie anders, als durch die von ihnen bewirkte Strömung zu erkennen. Das Flimmerepithelium ist über die ganze Ausdehnung der Umhüllungsmembran in gleichem Grade entwickelt; es steht in seiner Blüthe, wenn die Rückenfurche oben geschlossen ist, und die durch es verursachte Strömung ist so stark, dass der Embryo dadurch im Ei herumgewälzt wird. Die Richtung dieser Umwälzung, welche nur äusserst langsam vor sich geht, und desshalb mehr in der nach einer gewissen Zeit veränderten Stellung des Embryo, als unmittelbar, erkannt werden kann, geht in der Axe des Embryo von hinten

nach vorn. Es unterliegen indess die Flimmerzellen demselben Prozesse, wie die übrigen Zellen der Umhüllungshaut, sie gehen allmälig wieder unter; schon nach 1—2 Tagen ist die ganze Rücken- und Bauchfläche des Embryo frei geworden und die Umwälzung hört auf; allmälig zieht sich das Flimmerepithelium in immer engere Grenzen zurück, und am Ende der hier aufgestellten Periode ist es nur auf die äussere Fläche der Kiemenbogen beschränkt, auf welcher es sich während der ganzen Zeit ihres Bestehens erhält.

Es mag wohl hier der Ort sein, Einiges über die Art beizufügen, wie die Entwicklung des Embryo überhaupt, und namentlich die Annahme einer Keimhaut und ihrer Spaltung in verschiedene Keimblätter, anzusehen sei. Ich habe in einem der vorhergehenden Abschnitte *Reichert's* Ansicht von dem direkten Aufbau des Embryo aus dem Dotter zu bekämpfen und wahrscheinlich zu machen gesucht, dass die Keimfleckzellen die ursprüngliche Embryonalgrundlage darstellten, zu welcher der Dotter in ein, bei jedem Thiere besonders modifizirtes Verhältniss trete; ich habe dort mich dahin erklärt, dass selbst bei den Batrachiern, wo die Theilnahme des Dotters die innigste zu sein scheint an dem Aufbau des neuen Wesens, er doch nur auf den von *Schwann* so richtig bezeichneten Antheil als eigenthümlich belebtes Nahrungsmittel Anspruch machen könne; ich kann desshalb der *Reichert*'schen Verwerfung der Keimblätter auch nicht auf das Unbedingteste beipflichten. Sicher hat man diese theoretische Ansicht zu weit ausgedehnt und namentlich zu sehr verallgemeinert, ohne auf die besondere Individualität der einzelnen Thiere Rücksicht zu nehmen; sicher auch, wie *Valentin* schon in seinem Handbuche der Entwicklungsgeschichte anerkennt, zu viel in das enge Gewand der angenommenen Hypothese eingezwängt und die Beobachtung selbst der Lieblingsidee nachgemodelt, als dass, bei unsern jetzigen Fortschritten, das ganze Gebäude der Keimblätter, als solches, unerschüttert gelassen werden könnte; allein jedenfalls hat doch die Beobachtung auch ihr Recht, und durch die Veränderung der Benennung „Keimblätter“ in „Zellenschichten“, oder „Körnchenhaufen“ in „Zellenansammlung“, wird sie auch nicht gerade über den Haufen geworfen.

Das Gefässblatt als solches lassen wir gerne fallen. Selbst die eifrigsten Anhänger der alten Theorie konnten ihre Zweifel an der reellen Existenz dieses Blattes nicht verläugnen, und dass es als eine Abzweigung des Schleimblattes angesehen werden musste, sprach schon zu sehr gegen seine Selbstständigkeit und seinen gleichen Werth mit den beiden übrigen Blättern, dem serösen und Schleimblatt. Die mannigfaltige Verzweigung der Gefässe und viele andere Thatsachen sprechen ebenfalls sehr gegen das Vorhandensein dieses Blattes. Es diente aber gleichsam als Rumpelkammer, in welche man, wie die Debatten über Nieren und Geschlechtsorgane beweisen, alles hineinwarf, was bei den andern beiden Blättern sich nicht gehörig anbringen lassen wollte. Man hielt es fest der Bequemlichkeit wegen. Meine Beobachtungen, an Alytes, wie an Fischen, haben mich überzeugt, dass das Centralorgan des Gefässsystemes, das Herz durchaus nicht einer besonders characterisirten Zellenschicht seinen Ursprung verdanke, dass Blutgefässe und Blut in jedem Gewebe ohne Unterschied entsehen können und auch wirklich entstehen, und dass namentlich die Blutzellen keiner besonderen Zellenmembran (Gefässblatt) ihren Ursprung verdanken. Ich muss die nähere Beleuchtung dieses Verhältnisses auf einen der nächsten Abschnitte verschieben, verweise daher den Leser darauf.

Anders aber verhält es sich mit den beiden andern Keimblättern, dem serösen und Schleimblatt. Halten wir uns freilich steif an dem Wortsinne „Blatt", so kann von ihnen nicht die Rede sein; fragen wir aber, dem Stande unserer jetzigen Kenntnisse gemäss, ob in der That die Embryonalanlage in Zellenschichten verfalle, deren eine der Entstehung der sämmtlichen animalen Gebilde, die andere derjenigen der vegetativen Systeme vorstehe, so werden wir nicht umhin können, eine so gestellte Frage unbedingt mit Ja zu beantworten. Und *Reichert* selbst, welcher der Annahme von Keimblättern so sehr entgegen tritt, erkennt er in seinen Gruppen der schichtweisen Ablagerung aus dem Dotter nicht nur die zwei, sondern sogar die drei Keimblätter in ihrem ganzen Begriffe an? Oder war das seröse Blatt etwas Anderes, als *Reichert's* animales System, in sich begreifend die Chorda dorsalis, das Centralnervensystem, das Wirbelsystem und das Hautsystem? Sollten nicht aus dem Gefässblatte, wie aus *R.'s* Ernährungssystem, entstehen Herz und Gefässe, Athemorgane und *Wolff*'sche Körper? Die Leberanlage, welche *R.* hierher zieht, ward freilich in das Schleimblatt gezogen, welches aber sonst durchaus dieselbe Ausdehnung hatte, als *Reichert's* Darmsystem. Jede dieser Gruppen

soll nach *Reichert* schichtweise nacheinander aus dem Dotter abgelagert werden und ihre einzelnen Glieder inniger zusammengehören; nach der alten Ansicht sollten sie durch Differenzirung, Spaltung und Abzweigung aus der Keimhaut hervorgehen; erst das seröse Blatt, dann das Schleimblatt sich lostrennen, dann zwischen beiden das Gefässblatt, und jedes dann in seine besonderen Glieder zerfallen. Ich kann in beiden Ansichteu nur eine diametrale Entgegensetzung in Hinsicht der Auffassung des Vorganges erblicken; allein das Faktum der gruppenweisen Sonderung in die für die verschiedenen Lebensverrichtungen sich vorbereitenden Schichten steht bei der einen, wie der andern Annahme fest. Diese Sonderung existirt, möge man ihr Resultat nun gruppenweise abgelagerte Zellenschichten oder Keimblätter nennen.

Bei den Batrachiern scheint freilich die Scheidung dieser beiden Zellengruppen, des animalen und vegetativen Systems, nicht in der Art ausgeprägt, dass sich dieselbe auch in der eigenthümlichen Form und Beschaffenheit der Zellen wieder erkennen liesse. Sie ist nur formell vorhanden und auch hier scheinen in einigen Gegenden, z. B. der Schlundgegend, die beiden Gegensätze ineinander überzugehen. Bei anderen Wirbelthieren kündigt auch die Structur der Zellen schon den Unterschied dieser beiden Zellengruppen evident an, und bei der Palée war dieser Unterschied so scharf, die Charaktere der der animalen Sphäre angehörenden Zellen so wenig denjenigen der vergetativen Seite analog, dass man auf den ersten Blick unterscheiden konnte, zu welcher Gruppe eine unter das Mikroskop gebrachte Zelle gehörte. Auch bei dem Hühnchen scheinen solche Zellenverschiedenheiten zwischen den einzelnen Blättern sich vorzufinden. Bei den Batrachiern sind sie jedenfalls, wenn sie überhaupt sich vorfinden, äusserst gering.

Wenn wir aber die alte Ansicht von den Keimblättern iu diesem Sinne vollkommen anerkennen, so erscheint es mit den Fortschritten unserer Kenntnisse in der Histologie durchaus nicht mehr im Einklang, die Entstehung und Weiterbildung der einzelnen Organe durch Faltungen und Biegungen dieser Blätter entstehen zu lassen. Wir sehen jetzt, dass diese Blätter nur als idealer Ausdruck einer bestimmten Zellengruppe betrachtet werden können, nicht aber als zusammenhängende Membranen. Das eigenthümliche Leben der Zellen, ihr Generationsvermögen, ihre Ausbildung zu verschiedenen Formen und Stufen eröffnen hier ganz neue Wege zur Erklärung der verschiedenen Prozesse, als man früher hatte, wo die Erkenntniss eines solchen eigenthümlichen, vom

Ganzen mehr oder weniger unabhängigen Lebens noch nicht möglich war. Es ist nach dem jetzigen Standpunkte der Wissenschaft zum Beispiel weit fasslicher, dass hier oder dort die Zellen sich anhäufen und durch schnelle Vermehrung als Organlage auftreten, als dass eine bestimmte Zellenschicht sich falte, um hier einen Wulst, dort eine Vertiefung zu bilden. Solche, aus einer zu strengen Auffassung des idealen Begriffes Keimblatt hervorgegangenen Ansichten müssen daher der besseren Einsicht in das Wesen des Zellenlebens der Embryonalsubstanz weichen, und es wird dies um so leichter geschehen, da das Beispiel so mancher Anhänger der älteren Theorie schon früher dazu aufforderte.

Einmal die Existenz dieser Gruppirungen anerkannt, fragt es sich nun, wie der Prozess selbst zu betrachten sei, ob eine allmälige schichtweise Ablagerung der einzelnen Gruppen oder eine Differenzirung und Spaltung der vorhandenen abgelagerten Zellenmasse diese Sonderung veranlasse. Ich habe oben weiter ausgeführt, wie meiner Ueberzeugung nach das Verhältniss des Batrachierembryos zu dem Dotter zu betrachten sei; ich kann demgemäss auch keine schichtweise Ablagerung aus dem Dotter annehmen. Im Gegentheile scheint mir die allmälige Sonderung der indifferenten Zellenmasse in einzelne Glieder nicht allein weit wahrscheinlicher, sondern sogar durch die Beobachtung erweislich. Wenn wir die erste Embryonalanlage von einem Ende zum andern aus ganz denselben Zellen bestehen sehen, wenn wir dann Zeuge werden, wie bald einzelne Organe, wie die Chorda, bald ganze Organgruppen durch eigenthümliche Ausbildung und Entwicklung ihrer Zellen sich abzweigen und einer andern Richtung folgen, als die nicht zu derselben Gruppe gehörigen Zellenmassen, so müssen wir uns wohl der diese Erscheinungen am natürlichsten erklärenden Ansicht zuwenden, nämlich der der allmäligen Sonderung vorher indifferenter Massen. Es soll damit nicht behauptet werden, dass wir diese Gliederungen in der Art ansehen, als entständen sie in einem stabilen Ganzen. Wir glauben im Gegentheile, dass sie erst mit dem allmäligen Wachsen der vorhandenen Massen und der weiteren Entwicklung der Zellen hervortreten, dass sie durch diese Zellenentwicklung bedingt werden, nicht aber dass ihre Erscheinung der Grund werde zu einer eigenthümlichen Richtung des Zellenlebens in der durch sie abgeschiedenen Schicht.

Die Annahme eines solchen, von der *Reichert*'schen Ansicht abweichenden Prozesses scheint mir besonders durch den Umstand gerechtfertigt, dass alle Systeme der animalen

Sphäre, welche *Reichert* so früh gesondert auftreten lässt als Plattenschichten, mir bei dem Alytes erst in sehr später Zeit sich zu trennen schienen. Die ganze, die Chorda umhüllende Zellenmasse, welche sich als Rückenwülste nach oben erhebt, liess sich zur Zeit der Erhebung dieser Wülste auf keine Weise als in Centralhälften des Nervensystems, Wirbel nnd Hautsystem getrennt ansehen. Erst bei der Schliessnng der Rückenwülste liess sich in dem Rohre eine dünne innere getrennte Zellenschicht wahrnehmen, welche die Centralnervenorgane repräsentirte. Eine Trennung der übrigen Masse aber in Wirbel und Hautsystem tritt beim Alytes erst lange nach der Erscheinung der Wirbelabtheilungen auf. Diese Wirbelabtheilungen durchsetzen, wie schon oben bemerkt, alle zwischen Chorda, Centralnervensystem und Umhüllungshaut gelegenen Zellenmassen ohne Ausnahme, und man kann sich später, wenn die Larve mehr erwachsen nnd eine Hautschicht formirt ist, (denn diese besteht bis zu Ende der oben abgehandelten Epoche noch nicht) leicht überzeugen, dass eben so gut als die darunter liegenden Muskeln, auch die Haut an diesen Wirbelabtheilungen Antheil nimmt. Es kann daher von einem plattenartigen gesonderten Wirbelsystem beim Alytes nicht die Rede sein; es existirt dies nicht isolirt; die Wirbelabtheilung ist eine Eigenthümlichkeit der die Chorda umlagernden Theile nnd wir werden später wahrscheinlich zu machen versuchen, dass Wirbelbildung überhaupt nur da vorhanden ist, wo die Chorda ihr als Stütze und Ausgangspunkt dient, dass mithin, den letzten Schädelwinkel ausgenommen, keine wahre Wirbelbildung im Schädel angenommen werden könne. Ein jeder Wirbel aber, oder vielmehr jede dieser ursprünglichen Wirbelabtheilungen, fasst einen Knochenwirbel, Muskelwirbel und Hautwirbel in sich, d. h. jede Wirbelabtheilung zerfällt mit dem Laufe der Entwicklung in drei gesonderte Schichten, Haut, Muskel, und starres Gebilde, möge diess nun blosses Knorpel- oder Knochengewebe sein.

Schwierig werden stets die Verhältnisse bleiben, welche sich bei den Wirbelthieren in Hinsicht der Darmentwicklung zeigen, und namentlich die Entstehung des Gekröses, so wie das Verhalten der einzelnen Theile an den beiden Oeffnungen, Mund und After, sind nòch bei weitem nicht so aufgeklärt, dass man glauben könnte, zu völligem Verständniss gelangt zu sein. Um Verwirrung in den Ausdrücken vorzubeugen, will ich in dem Folgenden die alten kurzen Benennungen, seröses und Schleimblatt, beibehalten, wenn ich auch in der Beschreibung der Beobachtungen dieselben nicht angewandt

habe. Man wird sie, denke ich, nicht missverstehen. Auch sollen die nachfolgenden Bemerkungen durchaus kein allgemeines Gesetz für die Wirbelthiere aufzustellen versuchen, sondern sich nur auf den Alytes beziehen und darstellen, wie ich dort die Verhältnisse auffassen zu müssen geglaubt habe. Für andere Thiere mögen andere Normen gelten; bei den Fischen wenigstens sind die hier gegebenen, meinen Beobachtungen nach, fast zur Unkenntlichkeit modificirt.

Ein Längendurchschnitt des Eies durch die Chorda geführt zur Zeit der Anlegung der Kiemenbogen, würde sehr einfache Verhältnisse darbieten. Der Dotterkern in der Mitte als lose Kugel, umgeben von einer verhältnissmässig dicken Rindenschicht, in welcher die Chorda eingebettet liegt, aber so, dass noch eine bedeutende Zellenmasse sie vom Dotterkern trennt. Nach vorn unter dem verlängerten Schädelschilde eine einfache Einsenkung nach innen zu; das Rudiment der Mundhöhle. Noch keine Trennung zwischen serösem und Schleimblatt. Mit dem Verwachsen der aus der *ungetrennten* Rindenschicht vorsprossenden Kiemenbogen wird an der Stelle der Mundhöhle der Dotterkern zurückgedrängt. Nun beginnt allmälig die Sonderung in seröses und Schleimblatt. Dann stehen aber die Visceral- und Kiemenbogen schon als solche geschlossen da und die ganze Kopfvisceralröhre ragt über das Schleimblatt nach vornen hervor. Ihr unterer Schluss wird von dem gleichsam zurückgeschlagenen serösen Blatt gebildet, zwischen dessen Blättern ein Rest des Schleimblattes, das Herz, zurückbleibt. Die Kopfvisceralhöhle ist mithin eine Einstülpung der noch ungetrennten Rindenschicht. Nun löst sich das Schleimblatt in seinem ganzen Umfange von dem serösen Blatte los. Nur an der die Kopfvisceralröhre schliessenden hinteren Wand bleibt es fest hängen, und eben so in der ganzen Länge des Rückens bis zum After, der noch nicht markirt ist. Als vereinzelte Zellenmassen, die aber dem Schleimblatte angehören, bleiben liegen, in der Ecke, wo das Schleimbatt an den Schluss der Kopfvisceralröhre sich anhängt, die Leber an der Bauchseite, die *Wolff*'schen Körper an der Rückenseite. Es stellt mithin das Schleimblatt einen nach allen Seiten geschlossenen Sack dar, welcher an der (aus der noch indifferenzirten Rindenschicht hervorgegangenen) Schlusswand der Rachenhöhle und der unter der Chorda angehäuften Zellenmasse anhängt. Ganz ähnlich nun, wie auf der Oberfläche des serösen Blattes die Umhüllungshaut als eigenthümliche Schicht sich ablöst, so löst sich auch auf der ganzen Oberfläche des Schleimhautsackes eine ana-

loge Zellenschicht ab, welche unmittelbar an den Anheftungsstellen des Schleimhautsackes, Schlund, After und Mittellinie, in die innerlich die Bauchplatten auskleidende seröse Schicht übergeht, und so den Peritonealsack mit dem Gekröse darstellt. Wenn nun durch Resorption der Scheidewände Mund- und Afterhöhle nach innen durchbrechen, und man dann unmittelbar auf den von dem Schleimblatt umhüllten Dotterkern stösst, so ist das Darmrohr mit seiner durchgehenden Höhle gegeben. Der Dotterkern liegt in dieser Höhle, wie eine zu verdauende Substanz und sein Verbrauch ist auch dem eines Nahrungsmittels durchaus ähnlich. Es wird aber aus dieser Vorstellung begreiflich, wie der Peritonealsack mit den Gekrösen eigentlich einen durchaus leeren Sack darstellt, in welchen die Eingeweide von aussen hereingesenkt erscheinen. Dass sich nun die zarten Zellenmembranen der Peritonealgebilde bei der Faltung des Darmsackes zum schneckenförmig gewundenen Darmrohr ebenfalls mit ausziehen und so das Gekröse werden, ist leicht ersichtlich.

Entwicklung des Blutsystemes.

Sobald das Herz angelegt ist, beginnt es auch seine Contractionen. Diese sind äusserst schwach, langsam, wellenförmig von unten nach oben sich fortpflanzend. Das Herz hat, wenn sie beginnen, durchaus noch keine Höhlung, sondern ist ein solider Körper, gleichmässig aus Zellen zusammengesetzt, welche ganz denen der Rindenschicht gleichen. Die Höhlung in seinem Innern bildet sich allmälig, wie es scheint, durch Auseinanderziehen der Zellenmassen aus. Sie ist dann nach hinten und vorn geschlossen, mit Flüssigkeit erfüllt, und meist treiben sich in ihr einzelne, von der Innenwand des Herzens losgelöste Zellen hin und her, dem taktmässigen Spiele des Herzens folgend. Sobald die äussere Kieme hervorsprosst, gewahrt man die ersten Spuren von Aortenbogen, Aorte und rückführenden Gefässen. Es hält äusserst schwer, diese Anfänge zu sehen, da das in ihnen kreisende Blut an Farbe sich nicht von der übrigen Körpermasse unterscheidet, die Gefässe nicht von den umliegenden Zellen gehörig getrennt sind, und die Undurchsichtigkeit des Embryo ihre Erkennung unter dem Microscope erschwert.

Ich habe über die formelle Ausbildung der Blutbahnen, so wie über die allmälige Entwicklung des Herzens keine weiteren Beobachtungen angestellt; letztere schien mir von der bei den Fröschen bekannten nicht abzuweichen und die Evolution der einzelnen Körpergefässe hätte allein alle Zeit in Anspruch genommen, welche ich nach andern

Richtungen hin forschend verwenden wollte. Wohl aber habe ich der Entstehung der Blutzellen und ihrer allmäligen Metamorphose eine grössere Aufmerksamkeit zugewandt; um so mehr, als die dabei angestellten Beobachtungen sehr mit den an Fischen gemachten Erfahrungen übereinstimmten.

Die ersten Blutzellen, welche im Herzen, der Aorte und den Dottergefässen cirkuliren, lassen sich auf keine Weise von den Zellen der Organe unterscheiden, in welchen die Gefässe ausgehölt sind. Es sind dieselben runden Zellen mit Molekularinhalt, zuweilen auch mit einigen halbaufgelösten Stearintäfelchen, welche in dem Blute schwimmen und zugleich die Wände der Gefässe bilden und augenscheinlich von diesen letztern losgerissen sind. Die helle Kernzelle unterscheidet man deutlich. Anfangs hat diese ganz durchsichtigen, augenscheinlich flüssigen Inhalt. Bald indessen gewahrt man in der Kernzelle Niederschlag körnigen Wesens; ja selbst Bildung grösserer, ölartigen Tröpfchen oder stearintafelähnlicher Massen. Die äussere Hülle, die ursprüngliche Blutzelle geht nun zu Grunde, und man sieht in der Blutflüssigkeit nur schwach gelblich gefärbte kugelförmige Zellen, weit kleiner als die ursprünglichen Blutzellen, umherschwimmen, welche bald ganz vollgepfropft von Nahrungsinhalt, bald mehr oder weniger leer sind. Je älter nun der Embryo wird, desto mehr verschwindet wieder der feste Inhalt in den Blutzellen. Bald sieht man nur noch einige Körnchen hie und da und sonst die Zelle ganz durchsichtig. Sobald der Nahrungsgehalt in so weit aufgezehrt ist, sieht man auch wieder einen feinen Schatten im Innern der Zelle, welcher die Entwicklung einer neuen Kernzelle darin andeutet. Die Form der Zellen ist aber noch immer rund, wenn auch sie münzenförmig plattgedrückt; ihre Farbe schwach gelb; nur ihre grosse Anzahl gibt dem Blute eine scharlachrothe Farbe. Die elliptische Form der Blutzellen erscheint erst gegen Ende des Embryonallebens.

Ueber das Verhalten der primitiven Blutgefässe ist es äusserst schwer, sich bei Batrachier-Embryonen zu unterrichten. Man kann weiter nichts constatiren, als dass alle Gefässe ohne Ausnahme anfangs nicht scharf von den umgebenden Zellenmassen getrennt sind, sondern vielmehr so fest mit denselben zusammenhängen, dass sie eher wie in denselben ausgehölte Rinnen und Kanäle, denn als selbstständige Gebilde erscheinen.

Die grosse Undurchsichtigkeit der Gewebe, anfangs durch die ungeheure Menge des in den Zellen vorhandenen dunklen Nahrungsgehaltes, später durch die reichliche Entwicklung von schwarzem Pigment veranlasst, hindert hier die Betrachtung des Blutlaufes im Ganzen ausserordentlich. Dagegen sind die Fischembryonen, ihrer glasartigen Durchsichtigkeit wegen, die geeignetsten Gegenstände zur Untersuchung dieser Verhältnisse. Ich füge daher hier meine, durch Beobachtung von Coregonus Palæa erhaltene Resultate bei.

In den Embryonen dieses Fisches hatte ich Tage hindurch Gelegenheit, das Spiel der von der Innenwand des Herzens losgerissenen Zellen in der nach oben und unten geschlossenen Herzhöle mit voller Musse zu beobachten. Als die Aorte sich bildete, sah ich viele eigenthümlich gebildeten Schleimblattzellen aus dem Gewebe der Wolffschen Körper sich losreissen und dem nach und nach sich herstellenden Blutlaufe folgen. In der Schleimblattumhüllung des Dotters hatte sich eine ungemeine Zellenentwicklung eingestellt. Grosse, helle Zellen mit durchsichtigen Kernen lagen dort in grossen Massen angehäuft. Ich sah nun, wie zwischen diesen Zellen, augenscheinlich durch Auseinanderweichen derselben, leere, mannichfaltig begränzte, unregelmässig verzweigte Räume entstanden, deren Wände durch die anlagernden Zellen allein gebildet wurden. Allmälig vereinigten sich mehre dieser Räume zu zusammenhängenden Maschen. Andere öffneten sich in die grosse Dottervene, welche anfangs des alleinige Gefäss ist, welches das Blut aus dem ganzen Rumpfe zum Herzen zurückführt. Oft bilden diese verzweigten Räume blinde Anfänge an dem Hauptgefäss. Dann sah ich öfters Haufen der grossen Zellen sich losreissen, namentlich an den Ecken der maschigen Räume und in den Blutstrom gelangen. Anfangs drehten sich diese Haufen in den blinden Anhängen in ihrer Gesammtheit wirbelnd im Kreise. Bald aber löste sich eine Zelle nach der andern von dem Haufen los, entwischte in den Hauptstrom, und nicht lange dauerte es, so waren die sämmtlichen verzweigten Räume zu einem schönen maschenförmigen Gefässnetze zusammengeschmolzen, welches den ganzen Dotter umstrickte und dessen einzelne Kanäle nun deutlich von eigenen Häuten begränzt waren. Alle diese Prozesse habe ich mehrmals beobachtet und sogar Freunden zeigen können. Das Schicksal der in den Blutlauf übergegangenen Zellen aber war eigenthümlich. Bald sah ich sie nicht mehr, sondern nur kleinere, wasserhelle Zellen *ohne Kern* in dem Blut. Als ich die Grösse dieser Blutzellen mit der-

jenigen der Kerne der ursprünglichen Zellen verglich, musste ich mich überzeugen, dass die Urblutzellen in den Strom übergegangen, bald ihre äussere Hülle verlieren, und dass ihr Kern fortfährt als Blutzelle zu fungiren und später einen Kern in sich entwickelt.

Schultz hatte schon in seinem System der Cirkulation eine Darstellung der Entwicklung der Froschblutzellen gegeben, welche leider nicht so gewürdigt wurde, als sie es verdient hätte. Von der unrichtigen Idee ausgehend, als entständen die Blutzellen unmittelbar aus den Dotterzellen, und zwar, wie aus der Zeichnung dieser Dotterzellen hervorgeht, aus denen des Dotterkernes, beschreibt *Schultz* sehr genau den Prozess der allmäligen Aufsaugung des Nahrungsgehaltes in diesen Dotterkernzellen, die Entstehung leerer Stellen im Umkreise, das allmälige Hervortreten des Kernes etc. und seine Darstellungen der Dotterzellen auf Tafel II, Fig. 4—6 zeigen, wie richtig *Schultz* beobachtete. Wenn *Schultz* ferner sagt, das Blut, welches zuerst beim Durchschneiden des Schwanzes ausfliesse, erscheine in Kugelhaufen, die von einer eigenen blasenartigen Haut umschlossen, in der Mitte eine Luftblase eingeschlossen enthalten, so wird man in dieser Beschreibung sogleich die den Embryonalzellen so durchaus gleichen Urblutzellen mit ihren wasserhellen Kernen erkennen. Allein nun kommt in *Schultz's* Beschreibung eine Ansicht, welche wir nach unsern heutigen Kenntnissen nicht mehr festhalten können. Er hat sehr wohl erkannt, dass die Urblutzellen ungemein viel grösser als die späteren Blutzellen sind, dass die letzteren ein Drittel oder die Hälfte des ursprünglichen Durchmessers haben und erklärt dies durch eine allmälige Verkleinerung. Allein eine solche Verkleinerung kann doch wohl nicht bei Zellen statt finden, welche frei, ohne gedrückt zu sein, im Strome schwimmend, sich entwickeln. Wir haben solches Kleinerwerden der Zellen nur in zwei Fällen, entweder wenn gegenseitige Zusammendrückung Abplattung bedingt, fortschreitendes neues Wachsthum in den Intercellularräumen den von den Zellen eingenommenen Raum beengt, wie dies bei vielen Geweben der Fall ist, oder aber wenn sie sich durch Eintrocknen beim Absterben zusammenziehen, wie dies an den Epidermoidalzellen nachzuweisen ist. Allein bei den Blutzellen kann keine dieser

Bedingungen einer Grösseverminderung der Zellen angenommen werden; weder Druck noch Mangel an Flüssigkeit können bei diesen Zellen als bedingendes Moment einer Verkleinerung gelten. Dagegen ist ein zu Grundegehen des ursprünglichen Zellenmembran und Weiterentwicklung der nun frei gewordenen Kernzelle, wie ich sie oben angenommen habe, ein Prozess, der uns überall im Zellenleben entgegentritt, eine ganz normale Erscheinung. Es ist wahr, ich habe weder bei Fischen, noch bei Batrachiern diesen Vorgang gesehen, und es wird lange dauern, bis ein Beobachter in dem rastlos kreisenden Blute das Platzen der Zellenmembran und das Hervortreten des Kernes wahrnimmt, da man auch in den durchsichtigsten Fischembryonen derselben Blutzelle nicht auf allen ihren Wegen folgen kann; allein für die Wahrscheinlichkeit des eben dargestellten Vorganges sprechen doch folgende Gründe. Erstens die etwa gleiche Grösse der Kerne der Urblutzellen mit den späteren Blutzellen. Ich kann für dieses Verhältniss freilich nur mein Augenmass anführen, genauere Messungen fehlen mir aus Mangel eines Micrometers, allein ich glaube mich in der Schätzung nicht getäuscht zu haben. Ein zweiter Grund ist aber das Verhalten der Kerne. Anfangs sieht man die Kerne der Urblutzellen ausserordentlich gut; später, wenn die kleineren Blutzellen vorhanden sind, welche sich von neuem mit Nahrungsgehalt füllen, ist es unmöglich, die Kerne zu entdecken, und erst nach aufgezehrtem Nährgehalt und Entwicklung der Münzenform erblickt man wieder Kerne. Entstünden die kleineren Zellen aus den grösseren durch Zusammenziehung, müsste man dann nicht den Kern zu allen Zeiten gleich gut sehen?

Es wäre demnach die Erzeugung der Blutzellen durch Entwicklung der Kernzelle für uns eine erwiesene Sache. Allein ich will damit nicht behaupten, dass eine einmalige Bildung solcher neuen Generation im Innern der Urblutzellen hinreiche, die Entwicklung der Blutzellen bis zu der Höhe, welche wir beim erwachsenen Thiere vorfinden, fortzuführen. Es ist mir vielmehr durchaus nicht unwahrscheinlich, dass mehrere Generationen sich folgen, und in rastlosem Wechsel sich drängend, die mannichfaltigen Formen der Embryonalblutzellen hervorrufen. Vielleicht auch sind alle diese verschiedenen Formen nicht aus den alten Urzellen hervorgegangen, sondern neu erzeugt, während die früheren zu Grunde gingen. Es ist dies schon aus dem Grunde wahrscheinlich, als die Zahl der später vorhandenen Blutzellen in durchaus

keinem Verhältnisse steht zu der ursprünglichen Menge, welche nur äusserst gering ist. Wir müssen desshalb ohne sie annehmen, dass irgendwo im Bereiche des Blutstromes stets neue Zellen gebildet werden, welche denjenigen analog sind, die gerade in der Circulation kreisen; denn da jede Urblutzelle nur eine junge erzeugen würde, so könnte eine Zahlvermehrung aus dieser Quelle nicht angenommen werden. So lange freilich sich neue Blutbahnen bilden in Organanlagen, deren Zellen noch nicht auf die diesen Organen eigenthümliche Weise metamorphosirt sind, so lange erhält stets die Blutzellenmasse neuen Zuwachs durch diejenigen Zellen, welche aus den noch unordentlich zusammengehäuften Massen sich losreisen und in die Circulation übergehen. Ich habe bei den durchsichtigen Fischembryonen diesen directen Uebergang der Zellen in die Circulation nicht nur an der Schleimblattschicht des Dotters, sondern auch an den *Wolff*schen Körpern, dem Herzen und dem Gehirn gesehen, so dass an der Thatsache für mich nicht der mindeste Zweifel obwalten kann. Allein sobald einmal die constituirenden Zellen der einzelnen Organe in die ersten Phasen ihrer Entwicklung eingegangen sind, und die Gefässe eigene gesonderte Wandungen erhalten haben, dann steht keine Vermehrungsquelle durch unmittelbaren Uebergang mehr offen, und wir müssen dann den Ort der Entstehung neuer Blutzellen in anderen Bereichen suchen.

Es führt uns dies auf eine Untersuchung der Frage: Giebt es im Embryo eigene Blutbildungsheerde? Und wenn solche vorhanden, welche Organe spielen diese Rolle im Embryo und welche später im erwachsenen Thiere?

Betrachten wir vorurtheilsfrei die oben angeführten Beobachtungen, so ergiebt es sich klar, dass im Anfange, wo der Blutkreislauf sich zu bilden beginnt, von keinem besonderen Bildungsheerd für die Blutzellen die Rede sein kann. Jedes Organ, welches noch als nur in eine gewisse Form gebrachte Anhäufung von Embryonalzellen besteht, liefert den Stoff zu Blutzellen in einzelnen seiner Zellen, welche losgerissen werden und in die Circulation übergehen. Allein ich glaube auch nicht, dass in dieser Anfangsperiode dem Blutlauf eine solche Wichtigkeit für die Ernährung zugeschrieben werden könne, als ihm später zukommt, wenn die eigenthümlichen Metamorphosen der Zellengewebe der einzelnen Organe diese ihrer Fähigkeit beraubt haben, durch eigene Kraft ihrer Ernährung vorzustehen. Sobald diese Metamorphosen eingetreten sind, beginnt erst die wahre Bedeutung des Blutkreislaufes, und je mehr die einzelnen Gewebe ihre ur-

sprüngliche Zellennatur abgelegt haben, desto mehr wird ihre Ernährung, Fortbildung und Reproduction dem allgemeinen Träger dieser Functionen, dem Blute, untergeordnet. Allein mit der beginnenden Metamorphose der Zellen der einzelnen Organgewebe tritt auch überall eine, die Blutbahnen eingrenzende Bekleidung hervor, welche den unmittelbaren Contact des kreisenden Blutes mit den Zellen, welcher im Anfange vorhanden war, aufhebt und so dem Uebergange nicht aufgelöster Stoffe des Organes in den Kreislauf ein Ziel setzt. Wir sehen überall beim Embryo diese Gefässhäute sehr zeitig entstehen, und da dennoch die Erzeugung der Blutzellen statt abzunehmen nur stärker wird, so fragt es sich, wo diese Blutzellen herkommen?

Bei den Fischen bin ich, durch meine Beobachtungen über Coregonus palæa in den Stand gesetzt, hierüber eine definitive Antwort zu ertheilen. Der erste Blutlauf stellt sich hier in der Art dar, dass zwei vollkommen getrennte Kreislaufe existiren, deren gemeinschaftlicher Mittelpunkt das Herz ist. Aus dem Herzen steigen zwei, auf jeder Seite gelegene Aortenbogen auf, welche sich in zwei Carotiden und zwei Aorten spalten. Jede Carotis kehrt durch den Augenspalt *über den Dotter* zum hinteren Herzzipfel zurück. Die Aorten vereinigen sich, spalten sich in der Aftergegend aufs neue und kehren über den Dotter ebenfalls in die Herzzipfel zurück. Bald abortiren die vorderen Dottervenen und es bilden sich Jugularvenen; dann abortirt die linke hintere Dottervene und nur die rechte bleibt. Diese läuft anfangs an der Leber vorbei; wird aber allmälig durch eine Reihe von Metamorphosen, Darmvene oder Pfortader. Die Hohlvenen bilden sich erst sehr spät. Die Leber erhält erst Blut, und zwar anfangs nur unbedeutende Zweige, wenn sie schon längst ihre anfängliche Zellenstructur verloren hat und ihre blinddarmähnliche Drüsengänge schon zu Knäueln verwebt sind. So lange aber der Fisch im Ei verweilt, mithin keine Nahrungsstoffe von aussen erhält, ist der Dotter von einem überaus weichen Gefässnetze eingehüllt, und man kann dann fast täglich die oben beschriebene Entstehung der leeren Räume zwischen den Zellen und und ihre allmälige Umwandlung in Gefässe beobachten. Es kann mithin bei diesem Fische durchaus kein anderer Bildungsheerd für die Blutzellen angenommen werden, als die Zellenschicht, welche den Dotter umhüllt, oder, wie wir eben nachgewiesen haben, die Schleimblatthülle dss Dotters. Die Leber steht anfänglich ganz *ausser aller Beziehung* zu dem Blutsysteme, wie im Allgemeinen alle neu sich bildenden Organe; sie

erhält erst Gefässe, und diese im Verhältniss zu den Dottergefässen in sehr unbeträchtlichem Masse, wenn ihre eigenthümliche Bildung als Secretionsorgan längst sich entwickelt hat. Je näher aber der Embryo dem Termine tritt, worin er die Eihülle verlässt, um sich von aussen seine Nahrung anzueignen, in desto engere Beziehung tritt die Leber zu den Dotter- und Darmgefässen, und wenn er endlich frei in dem Wasser umherschwimmt, so hat sie alles vom Darme herkommende Blut an sich gezogen, die Pfortader verzweigt sich an ihr und der früher so enorm entwickelte Dotterkreislauf ist auf einen ärmlichen Schatten seiner früheren Grösse, einige wenige geringe Gefässe beschränkt.

Es scheint mir dieser allmälige Wechsel des Verhältnisses zwischen Dotter und Leber ein grosses Licht auf die Funktionen dieser Organe in Hinsicht der Blutbereitung zu werfen. Die Zellen von der Schleimblatthülle des ersteren gehen unmittelbar in den Kreislauf über; dies steht durch Beobachtung fest; die Leber hingegen erhält erst Gefässe, wenn ihre Zellen schon so weit metamorphosirt sind, dass direkter Uebergang derselben nicht mehr Statt finden kann. Auch habe ich nie dieses Phänomen in der Leber beobachten können. Berücksichtigen wir nun ferner den Umstand, dass die Schleimblatthülle des Dotters allmälig sich in den Darmschlauch selbst umwandelt, dass sie mithin in dasselbe Verhältniss bei dem Erwachsenen zu den Nahrungsmitteln tritt, in welchem sie bei dem Fötus zu dem Dotterkerne stand, indem sie für diesen wie für jene das assimilirende Organ ist, so scheint mir der Schluss nicht zu gewagt, dass (bei den Fischen wenigstens) die Darmschleimhaut von Anfang an das blutbereitende Organ ist, sowohl dann, wenn sie noch unter der Form einer Hülle um den Dotterkern vorhanden ist, als auch später in ihrer vollständigen Ausbildung, und dass die Leber erst an diesem Geschäfte Theil nimmt, wenn nicht mehr gleichartiger Nahrungsstoff (der des Dotterkernes) sondern fremdartige Nahrung von aussen her der Assimilation unterworfen wird. Dass die Leber auch in dem erwachsenen Thiere einen grossen Antheil an der Blutbildung nehmen müsse, geht schon aus der für die Wirbelthiere so allgemein durchgeführten Pfortadercirculation hervor; dass aber dieser Antheil selbst beim Embryo nicht primär ist, und je weiter wir in der Entwicklung zurückgehen, sich um desto mehr reduzirt, scheint aus dem Verhalten der Blutgefässe zu der Leber ebenfalls deutlich zu erhellen. Es scheint dieser Antheil der Leber hervorgerufen durch die Hetero-

genität der dem Organismus von aussen zugeführten Nahrungsstoffe; bei dem homogenen Nährmittel des Dotters bedurfte es einer solchen Läuterung des Assimilirten nicht. Auf welche Weise freilich die Leber auf die Blutzellenbildung einwirke, dies zu bestimmen, fehlen uns vor der Hand alle faktischen Data, und wir müssen dies späteren Untersuchungen überlassen.

Es scheint mithin die Leber erst dann auf die Blutbildung mit einzuwirken, wenn der Embryo mit der Aussenwelt in nähere Beziehung tritt, also nach der Enthüllung (wenigstens bei den niederen Wirbelthieren) und somit ihr früherer oder späterer Zutritt zu diesem Geschäft von diesem Zeitpunkte abzuhängen. Die Froschlarve verlässt am frühesten von allen Wirbelthieren ihre Eihülle; kaum im Wesentlichen angelegt, tritt sie schon mit der Aussenwelt in Berührung and sucht Nahrungsstoffe aus dieser sich zu assimiliren. Es wird daher auch bei den Fröschen die Leber ausserordentlich früh in Beziehung zur Blutbereitung treten, und es ist dies in der That, wie aus *Reichert's* Darstellung hervorgeht, der Fall. Indess kann ich *Reichert* nicht darin beistimmen, dass er an unmittelbaren Uebergang der Leberzellen in den Blutkreislauf glaubt; ich meine, dass auch bei den Fröschen, wie bei den Fischen, der Leberantheil an der Blutbereitung auf anderen Prozessen, als auf unmittelbarem Uebergange der Zellen in die Circulation beruht. Das thätige Zellenleben, welches *Reichert* als Unterstützung seiner Ansicht aufführt, findet sich in allen neuentstandenen und rasch sich entwickelnden Organen eben so gut vor, als in der Leber, und auch schon bedeutende Vergrösserung ihrer Massen.

Alytes steht aber als merkwürdiges Mittelglied zwischen Fröschen und Fischen da, indem er in Hinsicht seiner Entwicklungstypen sich mehr den ersteren nähert, den letzteren aber in der Beziehung sich enge anschliesst, dass die Larve erst äusserst spät, man kann sagen, fast am Beschlusse des Larvenlebens die Eihülle verlässt. Dadurch tritt dann auch die Leber in ihrer Beziehung zu der Blutbildung weit mehr in den Hintergrund, und der ursprüngliche Dotter-, später Darm-Schlauch als primitiver Blutbildungsheerd weit mehr hervor. Wie bei den Fischen, ist das Dottergefässnetz bei Alytes äusserst stark und es stehen anfangs die Dottervenen durchaus in keiner Beziehung zu der Leber; erst später treten sie als Pfortader in diese hinein.

Ueber die Entstehung der Blutgefässe sind in den neueren Zeiten verschiedene Ansichten geäussert worden. *Schwann* hatte wahrscheinlich zu machen gesucht, dass die Capillargefässe dadurch entständen, dass urspünglich einfache Zellen nach Art der Pigmentzellen sich verästelten, mit den verzweigten Aesten an einander stiessen, sich verbänden, und dass dann durch Resorption der Scheidewände das capillare Gefässnetz in der Form maschenförmig verzweigter Canäle hervortrete. Ueber die grösseren Gefässe hat *Schwann* keine Ansicht geäussert.

Allein es kann in der Entwicklungsgeschichte kein solcher Unterschied zwischen Capillarien und Gefässtämmen festgehalten werden, wie er in dem Erwachsenen sich darstellt; denn einerseits haben die primitiven Gefässe nur geringe Variationen in ihren Durchmessern und die den späteren Capillarnetzen entsprechenden einfachen Schlingen sind fast eben so weit, als die Stämme, von welchen sie abgehen; anderseits sind die primitiven Gefässstämme meist nicht grösser im Anfange ihrer Entstehung, als grössere Capillaren später sind. Zudem ist der Zusammenhang und Uebergang der Stämme in die Capillaren so ununterbrochen, dass wohl für beide derselbe Bildungsgang angenommen werden muss.

Reichert hat eine von *Schwann* sehr verschiedene Meinung. Auf die Abwesenheit isolirter Gefässwandungen und die Existenz der Herzcontractionen vor derjenigen der Gefässe gestützt, glaubt er, die Gefässe würden durch den Stoss des Herzens in den Zellenmassen ausgehölt und durch diese Kraft die Wege gebrochen, in welche dann das Blut einströmte.

Ich muss gestehen, dass mir für eine solche Entstehungsart der Gefässe, abgesehen von dem was die Erfahrung lehrt, sehr wenig Wahrscheinlichkeitsgründe zu sprechen scheinen. Wodurch sollten denn diese mannigfachen Wendungen und Biegungen der Blutgefässe entstehen, aus einem graden Stosse, wie ihn doch das Herz giebt? Warum würden denn gerade an diesem oder jenem Orte und zwar bei jedem Embryo an demselben Blutbahnen ausgehölt?

Es ergiebt sich aus den oben angeführten Beobachtungen, dass die Bildung aller Blutgefässe, Capillaren wie Stämme, nach demselben Typus vor sich geht, und dass diese Bildung, weder von Ramification von Zellen, noch von der mechanischen Gewalt des Herzens, sondern von dem selbstständigen Zellenleben abhängt, und von dem Ver-

mögen der Zelleu, durch nach einer bestimmten Richtung vorgezeichnete Gruppirungen, an dem einen Orte Anhäufungen an dem andern leere Räume hervorzubringen. Die Gefässe sind nicht verzweigte Zellen, sondern zwischen den Zellen verzweigte Räume und bilden sich durch Auseinanderweichen der Zellen ganz ebenso wie die meisten Canäle des Cörpers, namentlich alle Drüsenausführungsgänge und Drüsencanäle. An bestimmten Orten drängen sich die Zellen nach allen Seiten hin auseinander, bilden so leere Räume, während sie selbst durch ihre Näherung deren Wände bilden und so ist der Canal gegeben. Dass die Gefässräume, nach dem sie gebildet, mit einander oder in bestehende Gefässe einmünden, ist aber ebenso ein Effekt der eigenthümlichen Bildungsrichtung in den Zellen und nicht des Herzstosses, wie man sich durch direkte Beobachtung an den Fischen überzeugen kann, wo man diese verzweigten Räume lange sieht, ehe sie mit der Circulation in offene Comunication treten.

Der Embryo bis zur Enthüllung

Wir hatten die Larve bis zu dem Zeitpunkte verfolgt, wo die hauptsächlichsten Organe des animalen wie vegetativen Lebens angelegt waren, und der Embryo seine Selbstständigkeit zu erringen den ersten Schritt gethan hatte. Die Kopf-Sinnesorgane waren angelegt, das Centralnervensystem bestimmter hervorgehoben, die Verdauungs-, Absonderungs- und Circulationsorgane in ihren Anfängen vorhanden. Die jetzige Periode ist mehr eine Periode der Weiterbildung des schon Vorhandenen, als eine Epoche des Schaffens; den allmäligen Ersatz eines nur für den Fötus berechneten Sekretionsorganes durch ein für das freie Leben bestimmtes (Nieren statt *Wolff*'sche Körper) und die Vorbereitung eines für ein anderes Medium berechneten Athmungssystems (Lungen statt Kiemen) ausgenommen, begegnen wir keinen andern Schöpfungen.

Die Rückenwülste sind verwachsen, das Rückenmark im Innern der durch diese Verwachsung gebildeten Höhle röhrenförmig angelegt. An dem Kopfe klafft noch weit der Spalt, nur durch die häutigen Schutzgebilde geschlossen; Abtheilungen lassen sich an dem Hirn nur in so fern erkennen, als eine am hinteren Augenrande gelegene Brücke den Hirnspalt in zwei Theile zu trennen scheint. Nach vorn zieht sich der Hirnspalt bis in die Nähe der Nasengrübchen. Bald aber sieht man festere Bildungen im Inneren der Hirnröhre und allmälig die drei hinter einander gelegenen Kammern hervortreten. Fast mit den Nasengrübchen in Berührung stehen die vorderen Abtheilungen, zwei kleine, längliche Knötchen darstellend; zwischen den Augen zieht sich die zweite, an Masse ansehnlichste Hirnabtheilung, etwa wie eine Handhabe gestaltet, indem sie nach

vorn und hinten verbreiternd sich ausschweifend in der Mitte schmäler ist; dahinter die dritte Abtheilung, ein breites an den Seiten aufgeschwollenes Band darstellend, welches nach hinten allmälig sich zurollt, während der offene Spalt in die Rückenmarkshöle übergeht. Es hält nicht schwer den Zusammenhang dieser einzelnen Hirnabtheilungen mit den verschiedenen Sinnesorganen darzuthun, und nachzuweisen, dass der Geruchsnerv aus der ersten, der Sehnerv aus der zweiten, der Höhrnerv aus der dritten Abtheilung hervorgeht. Zwischen der ersten und zweiten Abtheilung bemerkt man eine kleine, wie's scheint dem Hirngewebe fremde Masse, welche mit den äusseren Hautbedeckungen zusammenhängt. Sucht man durch Durchschnitte und Entblösung der Hirnbasis sich die Verhältnisse derselben aufzuklären, so findet man Folgendes: Die Basis des dritten Hirnraumes bildet eine einfache solide Masse, scharf von den darunter gelegenen Wirbelmassen getrennt, und in demselben Plane nach vorn sich fortsetzend, in welchem das Rückenmark sich nach hinten erstreckt. An der Grenze zwischen ihr und der zweiten Abtheilung bemerkt man eine ziemlich stark nach unten vorspringende Anschwellung und zugleich den Winkel einer kleinen Krümmung, indem sich die Basis mehr nach unten zu biegt. Der Grund der zweiten Hirnabtheilung ist weit kleiner, als der obere Theil, welcher sich hohl wie eine Kappe darüber erhebt. Nach unten scheint dieser Theil der Hirnbasis durchaus nicht deutlich von den umgebenden Massen getrennt und durch einen Fortsatz mit der Auskleidung des Mundhöldaches zusammenzuhängen. Die vordere Abtheilung stellt sich als ein rundes, auf der Fortsetzung des Hirnstammes aufsitzendes, nach allen Seiten abgeschlossenes Knötchen dar, in dessen Mitte sich eine kleine Höle zeigt.

Der weitere Fortgang der Hirnbildung ändert bedeutend die Verhältnisse der verschiedenen Abtheilungen zu einander. Namentlich gewinnen die vordern Ganglien, die Hemisphären, allmälig das Uebergewicht über die Anfangs bedeutendere Vierhügelparthie, während das verlängerte Mark fast ganz auf derselben Stufe stehen bleibt, die es errungen, und nur der es von der zweiten Hirnabtheilung trennende quere Wulst, das kleine Gehirn, sich etwas mehr hervorbildet. Die Veränderungen der Hirnbasis beziehen sich hauptsächlich auf die allmälige Loslösung des erwähnten Fortsatzes der Vierhügelparthie von der Mundhölauskleidung, welche ziemlich früh vor sich geht. Der Fortsatz hängt dann nur mit dem Gehirn zusammen, liegt in dem von den seitlichen Schädelbalken

umschlossenen, ovalen Raum vor dem Ende der Wirbelsaite, mit dem er durchaus nie in Verbindung tritt, und zeigt sich so als Hirnanhang. Ueber die Ausbildung der drei Sinnesorgane habe ich keine Beobachtungen gemacht; lasse dieselben desshalb gänzlich bei Seite, nur bemerkend, dass sehr bald das schwarze Pigment der Choroidea erscheint und der anfangs breite Augenspalt allmälig während dieser Periode verschwindet.

Aus den weichen Zellenmassen, welche zu Anfang dieser Periode noch die Chorda umgeben, und nach vorn zwischen Gaumen und Mundhöle tafelförmig ausgebreitet sich fortsetzten, entwickeln sich allmälig während dieser Periode die körperlichen Grundlagen des Nervengerüstes und die dasselbe bekleidenden Muskelschichten. Wir müssen hier auf die im dritten Abschnitte ihrer Zelleneutwicklung nach betrachtete Chorda zurückkommen, da wir sehen werden, wie die Scheide derselben den grössten Antheil an der Wirbelbildung nimmt.

Die Chorda bildet in ihrer gleichmässigen Erstreckung von den Ohrkapseln bis zum Schwanzende die Axe, um welche sich die Wirbelbildung anlegt. Die einzelnen Wirbelabtheilungen, welche sich in den umgebenden Zellenmassen kund thun, dringen bis auf sie hindurch. Die Scheide der Chorda ist zu der Zeit, wo die Wirbeltheilungen sich kund geben, noch nicht von dem Kerne getrennt; erst später, wenn die Zellenbildung des Kernes hinlänglich vorgeschritten ist, lässt sich die Scheide gesondert erkennen. Sie nimmt dann *nicht* an der Wirbeltheilung Antheil und zeigt sich auch hierdurch als ein durchaus zu dem Chordalkern gehöriger Theil. Doch hängt die Scheide auf allen Seiten so innig mit den umgebenden Zellenmassen zusammen, dass nach dieser Richtung hin keine vollständige Trennung ausführlich ist. Sobald nun festere Bildungen in den Wirbelabtheilungen sich zu zeigen beginnen, so findet dies hauptsächlich in dem Raume statt, welcher zwischen der Chordalscheide und den äusseren Zellenmassen sich hinzieht. Es entwickeln sich hier allmälig knorpliche Ringe, welche einerseits fast mit der Chordalscheide, anderseits mit den allmälig die eigenthümliche Form des Muskelgewebes annehmenden äusseren Massen zusammenhängen. Macht man jetzt einen Durchschnitt durch den Rumpf des Embryo, so sieht man, dass der Chordalkern leicht aus der Scheide herausfällt, dass aber an dem ihn umgebenden, von innen nach aussen aus faserigem, knorplichtem und muskulösem Gewebe bestehenden Ringe diese drei Schichten so eng zusammenhängen, dass es selbst unter dem Microscope fast unmöglich ist, ihre Gränzen

aufzufinden. Mit fortschreitender Entwicklung aber sieht man eine scharfe Grenze entstehen zwischen der Muskelschicht und dem knorplichten Ringe, und wenn es auch noch immer schwer hält, letztere völlig loszutrennen, so sieht man doch unter hinreichender Vergrösserung die Abtrennungslinie zu deutlich, um daran zweifeln zu können.

Nicht so verhalten sich die beiden inneren Schichten, die sehnige Scheide der Chorda und der an ihr festsitzende Knorpelring. Zwischen ihnen lässt sich nie eine feste Gränze festsetzen; sie gehen stets unmerklich in einander über und auch in dünnen Schnitten sieht man unter dem Microscope keine deutliche Gränze, da die innersten Knorpelzellen zerstreut unter den Fasern liegen. Allein je länger man der allmäligen Entwicklung des Knorpelringes folgt, desto mehr überzeugt man sich, dass allmälig das Fasergewebe der Scheide dem Knorpelringe weicht, d. h. dass allmälig die ganze Chordalscheide in Knorpelsubstanz umgewandelt wird, kurz, *dass es die Scheide der Chorda ist, welche den Wirbelkörper in sich entwickelt.* An jedem der Enthüllung nahen oder schon enthüllten Embryo von Alytes kann man auf Durchschnitten diese völlige Verwandlung der Chordalscheide in den Wirbelkörperring auf das deutlichste beobachten.

Gleichzeitig mit dem Knorpelring um die Chorda entsteht ein zweiter, welcher sich aber erst gegen Ende der Embryonalperiode völlig schliesst, um das Centralnervensystem. Dieser Nervenring des Wirbels steht immer weit hinter dem Chordalringe in Ausbildung zurück und scheint überhaupt nur eine Fortsetzung von diesem. Er bildet sich aus der inneren Schicht der Zellenmasse hervor, welche das Centralnervensystem umgiebt und dieses scheint zu demselben in ähnlichem Verhältniss zu stehen, wie die Chorda zu ihrem Ringe. Auch hier bemerkt man im Anfang eine festere Masse als Scheide um das Rückenmark, an der ich jedoch nie eine fasigere Structur, wie an der Chordalscheide, wahrnehmen konnte; auch hier erscheint der Knorpelring erst später von dem auflagernden Muskelgewebe verschieden, während anfangs keine genaue Grenze zwischen beiden gezogen werden kann.

Wir hätten demnach als Resultat unserer Beobachtungen für die Rumpfwirbelsäule, dass der Wirbelkörper als ein Produkt der Chordalscheide, der Bogentheil als eine Differenzirung in der Masse der ursprünglichen Rückenwülste anzusehen ist.

Für die Bildung des Schädels hingegen scheinen sich andere Verhältnisse herauszustellen. Schon im Beginn der Entwicklung fehlt hier zum Theile dasjenige Moment,

welches bei der Rumpfwirbelsäule sich als ein hauptsächlichstes darstellte — die Chorda. Diese reicht nur bis zwischen die beiden Gehörkapseln, nicht weiter, und das ganze Gerüst, welches der zweiten und ersten Hirnabtheilung zu Grunde liegt, entbehrt dieser Centralaxe seiner Entwicklung. Es muss daher hier der Bildungstypus sich wesentlich modificiren. Wir behalten hier nur vor der Hand die Schädelbasis im Auge, da die Schädeldecke und Seitenwände der Hirnkapsel nur accessorische, durch die Schädelbasis bedingte Bildungen sind, welche von dieser abzuhängen scheinen, wie der Bogentheil des Rumpfwirbels von dem Körper.

Wie schon erwähnt, bildet die Schädelbasis zu Anfang dieser Periode eine einfache, aus zusammengedrängten Embryonalzellen zusammengesetzte Tafel, welche nach oben sich in die Seitenwände des Schädels, nach unten in die Kiemenbogen fortsetzt. In dem hinteren Theile dieser Tafel steckt das Ende der Chorda, und die Zellenmasse, sie von allen Seiten umgebend, geht nach hinten in die noch undifferenzirte Masse der Rückenwirbel über. Die Chorda hat zu dieser Zeit noch keine Zellen, mithin auch noch keine Scheide. Sobald nun die Zellen im Chordalkern entstehen und die Scheide längs der Rückenwirbelsaite sich bildet, so zeigt es sich, dass diese Scheide sich unmittelbar in die Tafel der Schädelbasis verlängert, dass *mithin der ganze blattförmige hintere Theil derselben, welcher die Chorda umgiebt, ihr als Scheide dient.* Bald beginnt die Verknorpelung in der Schädeltafel, und zwar hier weit früher, als in den Rückenwirbeln, und man kann alle Phasen der Knorpelzellenbildung in der Schädelbasis verfolgen, bevor sich in dem Rückentheile der Wirbelsäule eine Spur derselben zeigt. So gleichförmig indessen die Schädeltafel war, ehe sie verknorpelte, so ungleichmässig zeigt sich der Prozess der Verknorpelung. Er beginnt hinten zwischen den Ohrkapseln in der Nähe des Endes der Chorda; die Seitentheile der Tafel, welche dieses Ende umgeben, so wie ein nicht ganz schmaler Raum von dem Ende derselben verknorpeln zuerst. Allein statt dass der Prozess gleichmässig weiter nach vornen schritte, zieht er sich längs der beiden Seiten zwischen den Augen und der Basis der zweiten Hirnmasse hin und bildet so zwei seitliche Balken, welche zu beiden Seiten des Grundes der zweiten Hirnabtheilung hinlaufen, und unter der Hemisphärenparthie sich wieder vereinigen. So bleibt ein ovaler Raum vor dem Ende der Chorda, aber von dieser deutlich durch eine quere Knorpelbrücke geschieden übrig, welcher nur von einer

hautartigen Zellenausbreitung nicht aber von Knorpelsubstanz erfüllt scheint. Die Basis der zweiten Hirnabtheilung ruht demnach nicht auf festem Knorpel, sondern auf dieser ovalen Lücke in der Knorpeltafel, und die seitlichen Knorpelbalken umfassen den durch diese Lücke herabsteigenden Fortsatz, welchen wir aber als von dem Boden der zweiten Hirnabtheilung zu der Mundhöhlenauskleidung sich fortsetzend beschrieben haben. Ich habe die Art der Entstehung dieses Fortsatzes, welcher sich später nach seiner Abtrennung von der Mundhaut als Hirnanhang mit seinem Trichter erkennen lässt, nicht beobachten können und namentlich nie Gelegenheit gehabt, mich zu überzeugen, ob in der That, wie *Rathke* angiebt, er dadurch entsteht, dass ein Theil der Mundhaut sich sackförmig nach oben der Hirnbasis entgegenstülpt, mit dieser in Verbindung tritt und später sich abschnürt; allein die Existenz dieses Fortsatzes, sein Zusammenhang mit der auskleidenden Zellenmembran der Mundhaut und die ovale Lücke in der Knorpelsubstanz der Schädelbasis waren zu deutlich, als dass ich dieselben hätte übersehen können. Stets ist diese Lücke, so wie der Hirnanhang, durch eine Parthie Knorpelsubstanz von dem Ende der Chorda getrennt; nie habe ich gesehen, dass die Chorda bis in die Lücke hineingeragt hätte oder gar mit dem Hirnanhang in Verbindung gewesen wäre. Ich habe manche Gehirne auf die Art herausgenommen, dass ich die Schädeldecke öffnete, das Hirn frei legte, die Riech- und Sehnerven durchschnitt und nun, an den Riechnerven das Ganze fassend, das Gehirn bis zum Rückenmark herauszog, aber nie habe ich gesehen, dass der Hirnanhang durch einen innigen Zusammenhang mit der Chorda verbunden gewesen wäre und sie mit sich hervorgezogen hätte. Es folgte, einmal von der Mundhaut abgeschnürt, mit der grössten Leichtigkeit und ohne alle Verletzung; auch blieb nie ein Stück in der von ihm ausgehüllten Lücke zurück. Ich kann desshalb mit völliger Bestimmtheit versichern, *dass beim Alytes nie der geringste Zusammenhang zwischen dem Ende der Chorda und dem Hirnanhang Statt findet.*

Mit fortschreitender Entwicklung gewinnen die seitlichen Schädelbalken besonders an Selbstständigkeit. Einen mittleren Balken, wie *Rathke* ihn von der Natter angiebt, habe ich nie sehen können; es hängt augenscheinlich der Mangel dieser Bildung von der sehr geringen Biegung des Winkels zwischen zweiter und dritter Hirnabtheilung ab. Der Rand von Knorpelsubstanz, welcher das ovale Schädelloch umgiebt, ist indessen nach hinten zu etwas angeschwollen, und legt sich so in den Zwischenraum zwischen

dem Hirnanhang und der Basis des verlängerten Markes; allein diese Anschwellung ist nur ein geringes Rudiment des *Rathke*'schen mittleren Balkens.

Als Resultat unserer Beobachtungen über die Schädelbasis würde demnach Folgendes zu setzen sein. Die Scheide des Endstückes des Chorda bildet eine breite Knorpeltafel, welche der letzten Hirnabtheilung zur Stütze dient. Von dieser aus gehen zwei seitliche Knorpelbalken, welche sich unter der Hemisphärenabtheilung wieder vereinigen, und die, nebst der hinteren Tafel, das ganze Gewölbe des Schädels, mit seinen verschiedenen Kapseln für Gehirn, Nase, Augen und Ohr tragen.

Der Antheil, welchen der Kern der Chorda an der Wirbelbildung einnimmt, ist äusserst einfach, und scheint sich darauf zu beschränken, dass eine Resorption seiner Zellen dann beginnt, wenn die Wucherung des umgebenden Knorpelgewebes einen Druck auf dieselben veranlasst. Da die Verknorpelung am hinteren Theile der Schädelbasis beginnt, so ist auch hier der Anfangspunkt der Verkümmerung der Chorda, welche von vorn nach hinten fortschreitet. Man sieht die Spitze des Kernes allmälig dünner und feiner werden, die Zellen darin verschwinden und nach und nach zieht sich so die Chordalspitze ganz aus dem hinteren Schädelwinkel zurück, indem der von ihr erfüllte Raum von Knorpelzellen eingenommen wird. An der Rückengegend der Wirbelsäule tritt derselbe Fall ein. Da wo die Knorpelringe den Strang drücken, werden die Zellen resorbirt und erhalten sich noch in den Gelenkflächen, wenn endlich der Ring sich zu einem soliden Körper geschlossen. Ich habe noch bei einem einjährigen, mithin vollständig ausgebildeten Alytes, die Rückenwirbel in Form von Doppelkegeln, wie bei den Fischen, gesehen und die Zwischenräume dieser Doppelkegel mit Chordalzellen ausgefüllt gefunden. Eine Metamorphose der Chordalzellen etwa in Knorpelzellen oder anderes Gewebe findet durchaus nicht statt bei den Batrachiern; die ausgebildete Chordalzelle hat das Ende ihrer Laufbahn erreicht. Die Verkümmerung der Chordalzellen, ihre Resorption, beginnt aber erst, wie aus den angeführten Beobachtungen hervorgeht, wenn die Knorpelbildung des Hinterhauptwirbels, wie der Rückenwirbel schon ziemlich weit vorgeschritten ist, d. h. um die Zeit der Enthüllung, lange nach der Resorption der äusseren Kiemen, und bis dahin stehen stets die Zellen auf dem höchsten Punkte ihrer Entwicklung. Diesen Punkt der höchsten Blüthe erreicht die Chorda etwa zur

Zeit, wenn die äusseren Kiemen in voller Funktion stehen, mithin lange nach dem Erscheinen der Wirbelabtheilungen.

Ueber die Bildung und Entwicklung der verschiedenen Knorpelkapseln für die angegebenen Organe etwas zu sagen, finde ich unnöthig; es schien mir eines Theils für die Betrachtung des Schädelbaues von geringerem Interesse; andrer Seits konnte ich nichts von den gewöhnlichen Bildungen Abweichendes sehen.

Die Entwicklung der Kopfvisceralröhre ist ebenfalls nicht besonders mein Augenmerk gewesen. Zwar habe ich die Details der Schliessung der einzelnen Kiemenbogen verfolgt, namentlich die des Unterkiefers, allein nichts Bemerkenswerthes dabei auffinden können. Wohl aber verdient eine eigenthümliche Bewaffnung des Mundes bei den Larven von Alytes hervorgehoben zu werden, um so mehr, da diese Bewaffnung auch in Hinsicht der bei ihrem Auftreten sich zeigenden Zellenverhältnisse manches Interesse darbietet.

Sobald der Unterkiefer vereinigt und die Knorpelleisten des Oberkiefers angelegt sind, erscheint auf beiden die auch bei den übrigen Batrachiern vorkommende Hornplatte, und zwar weit später beim Alytes als bei den Fröschen, aus dem einfachen Grunde, wie es scheint, weil diese sehr bald darauf angewiesen sind ihre Nahrung zu suchen, während jene lange in der Eihülle verschlossen bleiben. Es haben diese Hornplatten in ihrer Gesammtheit viele Aehnlichkeit mit dem Schnabel einer Sepia, wenn auch der Winkel, unter welchem ihre Hälften in der Mittellinie zusammenstossen, weit stumpfer ist, als der des Sepienschnabels. Anfangs weisslich, nehmen sie bald eine dunkle Hornfarbe an. Unter dem Microscope untersucht erscheinen sie aus reihenweise an einander gelagerten Zellen zusammengesetzt, welche in Linien von innen nach aussen geordnet vorwärts wachsen, und so, obgleich sie sich bedeutend zusammendrücken, gegen den äusseren Rand hin, diesen dennoch stets wieder nach innen vorschieben. Wahrscheinlich fallen die äussersten Zellen, namentlich durch den Gebrauch, nach und nach ab, und werden stets durch den neuen Nachwuchs von hinten ersetzt. Der Rand der Hornplatte ist dadurch sägenförmig gezackt, dass die Zellen an den Linien, wo ihre Reihen zusammenstossen, etwas stärker zusammengedrückt erscheinen. Man kann in diesen Hornplatten sehr schön den allmäligen Uebergang von rundlichen, hellen Zellen in braune plättchenartige Gebilde von innen nach aussen hin verfolgen.

Es sind indess diese Hornplatten nicht die einzigen Waffen des Mundes; ausser ihnen existiren auf jeder Kinnlade noch drei Reihen zahnartiger Gebilde, ebenfalls aus Hornsubstanz zusammengesetzt, aber durch ihre eigenthümliche Entwicklung und Stellung sehr von ihnen unterschieden. Die Hornplatten liegen nicht auf der äussersten Kante der Kinnladen, sondern im Gegentheile, ziemlich tief nach innen an dem Eingange in die Mundhöle; vor ihnen die drei Kreise der Hornzähne, parallel eine hinter der andern, und am äussersten Rande der Mundöffnung ist die Hautbedeckung in freie franzenartige Verlängerungen ausgezogen, welche die Funktion einer Lippe zu haben scheinen. Die Hornzähne, welche, wie die Platten, nur der Schleimhaut des Mundes angehören, entwickeln sich auf folgende Weise.

Sobald die Hornplatten angelegt sind, erblickt man in dem pflasterförmigen Zellengewebe der Haut an der Mundöffnung vor den Hornplatten mehrere Reihen lineär aneinandergelagerten Zellen, welche sich durch ihre bedeutende Grösse und ihre rundliche Form sehr von den sechseckig abgeplatteten, kleineren Zellen der Haut, deren jede einen deutlichen Kern besitzt, unterscheiden. Wie diese Zellen entstehen, konnte ich nicht beobachten, als ich sie zum ersten Male sah, waren sie schon in Reihen gelagert; allein sie schienen nicht frei, sondern jede Reihe war beider Seits von einer scharf begränzten Linie umschlossen, welche wellenförmig aus- und einbringend, mit diesen Biegungen den vorspringenden runden Zellenwänden und den dazwischen gelegenen Intercellularräumen folgte. So sah es fast aus, als ob diese Zellen in einer durchsichtigen Scheide eingeschlossen seien. Hier und da indess zeigte sich zwischen den einzelnen Zellen in dem Intercellularraum ein feiner Schatten, welcher von der Einbringung der vermeinten Scheide sich herabzog, und darauf hindeutete, dass diese einschliesenden Linien die Reste von Zellenwandungen seien, welche linäer an einander gereiht, da verschwunden waren, wo sie sich gegenseitig berührten. Die in diesen Linien eingeschlossenen Zellen erscheinen wasserhell, ihr Rand meist etwas dunkler beschattet und doppelt begränzt, während der Mittelpunkt hell und undurchsichtig war; in andern zeigten sich in diesem hellen Mittelpunkt ein, auch zwei kernähnliche Flecke.

Im weiteren Fortgange der Entwicklung verschwanden nun zuerst die einschliessen-Reste der Zellen, während diese sich ferner ausbildeten. Allein merkwürdiger Weise entwickelten sie sich stets quer abwechselnd in der Reihe, so dass die eine sich fortbildete,

während ihr Nachbar zurückblieb und allmälig resorbirt wurde, die dritte wieder fortschritt u. s. f. Aus dieser Abwechslung in Fortbildung und Resorption ging denn eine regelmässige Stellung der zu Zähnen werdenden Zellen hervor, welche stets in Abständen, welche ihrer eigenen Breite gleich kamen, von einander entfernt standen. Oft blieben von den verschwindenden Zwischenzellen einzelne Schattenstreifen und Linien an der Stelle ihrer früheren Wände zurück, welche indess nach und nach ebenfalls verschwanden. Die bleibenden Zellen indessen bildeten sich auf die Weise weiter, dass ihre beiden Begränzungslinien stets an Schärfe und Bestimmtheit zunahmen, während der helle Kies in der Mitte vollkommen klar wurde. Allmälig zogen sie sich in die Länge, wurden oval und während der nach aussen gekehrte Rand sich verschmälernd auszog, erweiterte sich der nach innen gewandte, so dass bald die Form der Zelle birnförmig wurde. Dieses Ausziehen nach aussen hin war hauptsächlich bedingt durch die Ausdehnung der äusseren Zellenwand, während die innere ziemlich dieselbe runde Gestalt beibehält.

Während nun nach aussen hin die beiden Zellenwände sich immer mehr durch das Ausspitzen der äusseren Wand von einander entfernten, näherten sie sich immer mehr an der nach innen gekehrten Seite und verschmolzen hier allmälig in einander. Zugleich entwickelt sich braunes Pigment zwischen den beiden Zellenwänden. Indess erscheint dies Pigment nicht in Körnchen, sondern gleichförmig abgelagert, und die Intersität seiner Farbe nimmt stets zu, so dass der völlig ausgebildete Zahn eine dunkel schwarze Farbe hat. Die Zahnzelle zeigt sich in dem oben angeführten Stadium als ein heller Kreis, auf dessen nach aussen gekehrtem Rande ein bald mehr bald minder spitz ausgezogener kappenförmiger Aufsatz befestigt ist. Die Kappe zieht sich mehr und mehr nach aussen vor, immerfort sich zuspitzend und an Schwärze zunehmend. Die innere längst einfache Begränzung der Zelle schwindet jetzt auch und der vorherige helle Kreis ist nun in einen Ausschnitt verwandelt. Wüsste man nicht, wie die ganze Figur entstanden, man würde sie für eine einfache Zelle halten, deren Körper nach hinten sich in zwei halbmondförmige Schenkel verlängert hätte, während in der That der Ausschnitt die Wand der inneren Zelle, der verlängerte Fortsatz die der äusseren Zelle ist, welche beiden Wände in den Schenkeln mit einander vereinigt sind.

Mit der Resorption des inneren Randes ist nun der Zahn gegeben. Er hat die Gestalt eines Handschuhfingers, eine weite trichterförmige Mündung und einen stumpfen rundlich abgeschlossenen Körper. Alles fernere Wachsthum beschränkt sich auf diesen Körper, der mehr und mehr an Kürze zunimmt und bedeutend nach aussen vorsteht. Zugleich schnürt dieser Körper an verschiedenen Stellen, welche an derselben Zahnreihe aber ziemlich gleichförmig wiederkehren, ein, und erhält dadurch ein ganz eigenthümliches Ansehen. Eine solche Zahnreihe mit den dahinter liegenden und dazwischen durchscheinenden Zellen der Hautschicht kann ich mit nichts besser vergleichen, als mit den menschlichen Figuren, welche man den Kindern aus Papier schneidet, welche sich gegenseitig die Hände reichen und wo durch diese Einkerbungen Kopf, Brust und Rock angedeutet wird. Man sehe die begleitende Figur an und urtheile, ob diese Aehnlichkeit nicht frappant ist.

Der so ausgebildete Zahn ist keiner ferneren Entwicklung fähig. Er bleibt so lange stehen, bis ein Ersatzzahn ihn verdrängt, und es ist gewiss äusserst merkwürdig, dass bei diesen microscopischen Zähnen ganz dieselbe Art und Weise des Ersatzes sich wiederholt, welche bei den wahrhaften Zähnen vieler Reptilien, und namentlich der Krokodile Statt findet. Der Ersatzzahn wächst nämlich in die Höhle des alten Zahnes hinein und schiebt diesen allmälig wie eine Kappe immer weiter hinaus, bis er abfällt. Man kann in älteren Larven diese Ersatzzähne in allen Stadien, von der einfachen Zelle bis zu dem vollendeten Zahne hinter einander liegen sehen und auf das deutlichste beobachten, wie der Körper des Nachfolgers stets in die Höhle des Vorgängers hinein wächst. Wie oft der Zahnwechsel auf diese Art vor sich gehe, habe ich indess nicht beobachten können; wahrscheinlich üben auch äussere Verhältnisse einen grossen Einfluss.

Die Form der Ersatzzähne bleibt indessen nicht dieselbe durch alle Wechsel hindurch, wie die der alten gewesen. Namentlich die Zähne der Oberkieferreihen entwickeln allmälig auf der der Mittellinie zugekehrten Seite eine Reihe scharfer, sägeähnlicher Zacken, welche sich schon frühe in den Ersatzzähnen bemerklich machen, und oft kann man in einem einfach runden, geköpften Zahn einen sägeförmig ausgezackten Ersatzzahn stecken sehen. Zugleich krümmen sich diese Sägezähne mit ihrer Spitze gegen die Mittellinie hin.

Oefters sieht man seltsame Abweichungen von der Form dieser Zähne in der Art, dass hinter einem alten Zahne sich zwei Ersatzzähne neben einander bilden, welche beide mit ihren Köpfen in die Höhle des alten Zahnes hinein wachsen. Die Köpfe verschmelzen sehr häufig mit einander, und es zeigt sich dann ein Zahn, welcher, statt eines trichterförmig auslaufenden Körpers, deren zwei, und als dritte Generation in jeder dieser hohlen Wurzeln einen einfachen Ersatzzahn hat.

Wann diese Zahnbewaffnung, welche, ich wiederhole es, nur in der Haut sitzt und mit der Lupe als wiederholte Reihen schwarzer Punkte gesehen werden kann, abfällt, kann ich nicht bestimmen. Im Augenblicke, wo ich dies schreibe (Ende Juli), stehen die Zähne noch in schönster Blüthe.

Das Kiemensystem entwickelt sich während dieser Periode vollkommen. Die äussere Kieme, welche wir in ihrem Entstehen verliessen, wächst als langer Stamm jederseits hervor, der sich in viele Endäste zerlegt. Während nun lange Zeit diese Kieme, deren äussere Oberfläche auf das lebhafteste flimmert, allein dem Respirationsgeschäft vorsteht, bilden sich allmälig die inneren Kiemenfranzen aus und mit ihrer Entwicklung verkümmert nach und nach die äussere Hautkieme. Indess scheint mir diese Verkümmerung nicht sowohl eine Resorption, als vielmehr ein brandiges Absterben dieser Kieme zu sein. Man sieht, wenn dieser Prozess vor sich geht, alle Blutgefässe der Kieme mit stockenden, in ihrer Form veränderten Blutzellen angefüllt und, wie es scheint, fällt sie in Folge dieser Entzündung durch derartige Abstossung; wenigstens habe ich ein fortschreitendes Verkümmern daran wahrnehmen können.

Das Darmsystem hatten wir als einen, an dem Schlusse der Kopfvisceralröhre der Rumpfmittellinie und dem After angehängten, nach vorn und hinten offenen Sack verlassen, in dessen Innerem der Dotterkern als Nahrungsmittel zusammengeballt liegt. Auf der Bauchfläche dieses Sackes lagen im Winkel zwischen ihm und dem Pericardialsacke die Leber als einfache Zellenmasse auf der Rückenfläche, dem Wirbelsystem angedrückt, die *Wolff*'schen Körper, ebenfalls, wie die Leber, solide Zellenmassen ohne Höhlen und Drüsengänge. Die Leber hängt *von ihrem ersten Erscheinen an* mit dem Darme zusammen, nicht so die *Wolff*'schen Körper.

Allmälig bildet sich nun die Schneckenform des Darmes aus, und während er dadurch von der Sackgestalt in die einer spitzig aufgewundenen Röhre übergeht, ver-

schwinden nach und nach die in seinem Innern angehäuften Dotterzellen. Diese Dotterzellen liegen stets, bis auf den letzten Rest, frei in dem Darme, hängen nicht an der innern Fläche desselben an, verwandeln sich auch nicht direkt in Schleimhautzellen, sondern werden förmlich verdünnt, d. h. in ihrer Eigenthümlichkeit als Zellen zerstört, während der fortschreitenden Entwicklung des Darmes.

Kurz nach der Anlage der Leber und der *Wolff*'schen Körper sieht man in diesen anfänglich soliden Organen Höhlungen entstehen, welche deutlich unter der Lupe wahrgenommen werden können, indem die zwischen den Höhlen angehäuften soliden Massen als weissliche Streifen sich unterscheiden. Die Höhle der Leber steht anfangs in *durchaus keiner Verbindung* mit der des Darmes. Bald indessen stellt sich diese Communication her. In den *Wolff*'schen Körpern zeigen sich die Höhlungen, zuerst die in dem kolbenförmigen, hinter dem letzten Kiemenbogen gelegenen Ende, später wird dann auch der längs der Wirbelsäule hinlaufende Ausführungsgang hohl. Die ursprünglichen Höhlungen erscheinen weit breiter, als später in dem ausgebildeten Organe. Gegen das Ende dieser Periode verkümmern allmälig die *Wolff*'schen Körper und es erscheinen an der unteren Hälfte der Bauchwirbelsäule die Nieren. Anfangs ebenfalls solide Zellenmassen, zeigen sich bald in ihren Höhlungen, welche sich lange in Kugelgestalt erhalten haben, und hier deutlicher als in irgend einem andern drüsenartigen Organe sind. Die Nieren nehmen in gleichem Maasse zu als die *Wolff*'schen Körper abnehmen. Zugleich erscheinen in sandförmiger Gestalt die Fettkörper vor den Nieren.

Gegen das Ende der Periode sieht man die Lungen als zwei kleine Zellenanhäufungen an der Schlundgegend. Sie vergrössern sich schnell als zwei hohle, halbmondförmig gegen die Mittellinie gekrümmte Säcke.

Im Augenblicke der Enthüllung stellt demnach die Larve des Alytes ein menopomenartiges Thier ohne Geschlechtsorgane und Extremitäten dar. Eine knorpliche Schädelkapsel mit ihren Anhängen umhüllt das in drei Abtheilungen getheilte Hirn mit den Sinnesorganen. Knorpliche Wirbelkörper umfassen ringförmig die Chorda und setzen sich in faserig-knorpliche Bogenstücke, zur Hülle des Rückenmarkes bestimmt, fort. Ein complicirter Kiemenapparat, eine stark bewaffnete Kopfvisceralhöhle dienen der Ergreifung der Nahrungsmittel und dem Respirationsakte. In

dem schneckenförmig gewundenen Darme findet sich noch die Reste des Dotterkernes. Nieren und Leber sind vollständig ausgebildet, die *Wolff*'schen Körper in der Resorption begriffen. Ein breiter Flossenschwanz dient als Bewegungsorgan.

Suchen wir uns nach den oben angeführten Beobachtungen über die Entstehung der Wirbelsaite, namentlich ihrer beiden Theile, der Scheide und des Kernes, eine Ansicht über deren Antheil an der Wirbel- und Schädelbildung überhaupt festzustellen, so möchte diese etwa in folgender Weise zu begründen sein.

Offenbar ist es unzulässig, Scheide und Kern der Chorda als zwei wesentlich von einander getrennte Gebilde betrachten zu wollen. Sie gehören zusammen ihrer gemeinsamen Entstehung nach, wenn auch ihre weitere Fortbildung ganz entgegengesetzte Richtungen einschlägt. Auch hat in der That noch Niemand diese innige Verkettung des Kernes und der Scheide zu einem Gebilde bezweifelt. Fragen wir nun nach der Bedeutung dieser einzelnen Theile für die Wirbelbildung, so ergeben die Beobachtungen, sowohl die hier verzeichneten, als die von *Rathke* über die Entwicklung der Natter, auf das Evidenteste, dass der Kern der Chorda zwar sich vollkommen passiv verhalte, die Scheide aber gerade die Bildungsstätte der Wirbelkörper sei. *Rathke* spricht zwar von einer Belegungsmasse der Chorda, von welcher die Bildung der Wirbelkörper und der Schädelbasis ausgehe; fasst man aber das Factische seiner Beobachtungen ins Auge, so zeigt sich sogleich ihre grosse Uebereinstimmung mit den meinigen. Er selbst sagt S. 33: „Ich glaube demnach, dass dasjenige Gebilde, welches ich oben immer nur die Scheide der Wirbelsaite genannt habe, nicht blos aus dieser selbst, sondern auch aus einer körnigen, sie rings umgebenden Belegungsmasse entstand, deren Dicke, je weiter nach dem Kopfe hin, immer mehr zunahm, allenthalben aber so fest mit der Scheide zusammenhing und sich dem Gewebe nach ihr so annäherte, dass keine scharfe Gränze zwischen beiden unterschieden werden konnte". Und weiter S. 35: „Auch dieser (der Theil, welcher zur Wirbelsäule wird) besteht bei den Vertebraten nicht blos aus der Wirbelsaite,

sondern auch aus einer Menge von Blastem, das sich um die Wirbelsaite ablagert, und das gerade als die Matrix der Wirbelbeinkörper und deren verschiedenen Ausstrahlungen erscheint. Anfänglich hängt es aufs innigste mit der Scheide der Wirbelsaite zusammen, und sein Gefüge lässt sich dann auch nur wenig, oder selbst wohl gar nicht von dem Gefüge dieses Körpertheils unterscheiden; nachher aber wandelt es sich zum Theil in eine Knorpelsubstanz, zum Theil in eine fiberösartige Haut um, so jedoch, dass bei den meisten Wirbelthieren der Knorpel, bei einigen aber, namentlich den Cyclostomen, die fiberöse Haut der überwiegende Theil wird. Ja ich muss glauben, wie ich bereits oben erwähnte, dass die so bedeutende Dicke, die mir bei der Natter die Scheide der Wirbelsaite darzubieten schien, zum Theil in der erwähnten Belegungsmasse ihren Grund hatte. Ausser den schon angeführten Gründen gibt mir zu diesem Glauben noch der Umstand einen Anlass, dass scheinbar die ganze Grundfläche des Schädels bei Embryonen der Natter aus der ersten Periode nur allein eine Fortsetzung der Wirbelsaite und insbesondere der Scheide derselben war. Dass sie diess aber nicht auch wirklich war, ergibt sich daraus, dass sie bei fortschreitender Entwicklung fast gänzlich verknorpelt, dagegen die Wirbelsaite selber bei keinem Thiere jemals verknorpelt."

Offenbar hat *Rathke* demnach bei der Natter ganz ähnliche Verhältnisse vor sich gehabt, als ich bei Alytes; er hat die Natternembryonen erst erhalten, als die Muskelzellen schon sich schärfer von den Zellen der Chordalscheide getrennt hatten; er selbst hat nie die Belegungsmasse von der Scheide trennen können, ganz so wie der Knorpelring bei Alytes auch untrennbar ist; kurz — er nennt Belegungsmasse die verknorpelte Parthie der Chordalscheide. Diese Verknorpelung ist, wie *R.* in den letzten Zeilen ausdrückt, kein Beweis gegen das sichtlich leicht zu constatirende Faktum, dass die Schädelfläche eine Fortsetzung der Chordalscheide ist. *Rathke* hat zwar ganz Recht, wenn er sagt, dass die Chorda nie verknorple; allein diese Behauptung bezieht sich nur auf den Kern, nie auf die Scheide. Dass der Kern nie verknorple, ist richtig; dass die Scheide verknorple, scheint Regel; die Verknorpelung der Schädelbasis spricht demnach eher für, als gegen ihre Annahme als Fortsetzung der Chordalscheide.

Hierdurch scheint demnach auch der Antheil der Chorda an der Wirbelbildung festgestellt. Die Scheide ist ein integrirender Theil von ihr; die Scheide ist die Bildungsstätte der festerren Wirbelkörpergebilde, die Chorda mithin ein wesentliches Bedingniss der Entstehung von Wirbelkörpern. Wir müssen demnach *Reichert's* Ansichten von der Chorda diametral entgegentreten; und während dieser Forscher sie ganz aus dem Wirbelsysteme wegstreichen will, ihr gerade die wichtigste Stelle in demselben einräumen. Die Einwendungen *Reichert's* gegen *Rathke*, dass er den Bildungsstoff der Wirbelsaite stets von demjenigen des Wirbelsystemes gesondert gefunden habe; dass die Chorda mit der durch die Wirbelsäule gebildeten Röhre durchaus nicht zusammenhänge, sondern nur zu leicht herausfalle; dass demnach, wenn vom Typus des Wirbelsystems die Rede sei, die Wirbelsaite nur als rudimentäre Stütze, nicht aber als integrirender Bestandtheil mitsprechen dürfe — alle diese Einwendungen verlieren alles Gewicht, sobald man Kern und Scheide, die von jeher unterschieden wurden und stets werden unterschieden werden, in der völlig ausgebildeten Wirbelsaite, sobald man diese beiden Theile so auffassen will, wie sie in der Natur sich darstellen. Der Chordalkern trennt sich freilich leicht und fällt aus der Wirbelröhre heraus; aber desshalb fällt seine Scheide noch nicht, denn die ist fest und bleibt fest als Wirbelröhre.

Wenn wir aber die Chorda und zwar insbesondere die Chordalscheide als das Bestimmende der Wirbelbildung betrachten, so müssen wir dies einzig auf die Hartgebilde der *Wirbelkörper* beziehen, nicht aber auf die sämmtlichen einzelnen accessorischen Gebilde von Rippen, Bogentheilen, Fortsätzen und so weiter, und noch weniger auf die Wirbelabtheilungen der Muskeln und der Haut, welche so frühzeitig bei allen Embryonen erscheinen. Mit dem Erscheinen der Wirbelabtheilungen an sich scheint die Wirbelsaite durchaus in keiner Beziehung; sie tritt erst dann in ein gewisses Verhältniss zu diesen Abtheilungen, wenn ihre Scheide den Bildungsstoff zu den knorplichen Ringen der Wirbelkörper liefern soll. Sie nimmt durch Aufbauen der Wirbelkörper an dem charakteristischsten Phänomene der höheren Thiere, der Wirbelbildung Theil.

Desshalb beginnt auch der Verkümmerungsprozess des Chordalkernes erst, wenn die Bildung der Hartgebilde des Wirbelsystems auf eine gewisse Stufe gelangt ist.

Schon die vergleichende Anatomie lehrt uns diess; die Embryologie bestätigt uns diesen Satz. *Reichert* lässt die Chorda ihren Verkümmerungsprozess antreten, sobald das animale System angelegt ist, d. h. sobald die Wirbelabtheilungen im Grossen ohne weitere Theilung in Muskel und Knochenwirbel erscheinen; vielleicht noch früher. Allein auf welchen Gründen, darf man wohl fragen, beruht diese Ansicht? Auf keinem einzigen beobachteten Factum. Man erlaube mir eine kleine Digression. Wenn die anfangs aus Embryonalzellen zusammengedrängte Schädelbasis Knorpelzellen in ihrem secundären Cytoblastem erzeugt, nennen wir dies Verkümmerung? Wenn diese Knorpelzellen in Knochensubstanz übergehen, ist dies Verkümmerung? Ich glaube, Jeder wird darin übereinkommen, solche Prozesse Fortschritte zu nennen, Fortschritte, bedingt durch die individuelle Entwicklung des betreffenden Gewebes. Das Gewebe der Chorda aber, wann ist dieses in seiner höchsten Blüthe? Doch wohl dann, wenn dichtgedrängt Zellen an Zellen in dem Kerne sich häufen, Zellen mit deutlichen Kernen und theilweise mit junger Brut, kurz, wenn der Zustand erreicht ist, welchen *Schwann* uns darstellt, welchen die vergleichende Anatomie in der permanenten Wirbelsaite der Knorpelfische uns verführt. Dieser Zustand ist der höchste Gipfel, auf welchen die Zellen der Chorda gelangen können, da weitere Entwicklung ihnen versagt ist. Der höchste Entwicklungsgrad des Gewebes eines Organes ist aber auch der Zustand seiner Blüthe, seiner vollsten Wirksamkeit. Allein wohin fällt der Zeitpunkt bei der Chorda? Wahrlich nicht in den Moment (wenigstens bei den Batrachiern nicht), wo die ersten Wirbelabtheilungen erscheinen. Da ist die Chorda noch im Chaos eines secundären Cytoblastems aufgelöst, ein organisationsloser Gallertstrang, in welchem kaum hie und da die ersten Anfänge der eigenthümlichen Zellen erscheinen, welche die Chorda so sehr vor allen andern Geweben auszeichnen. Zu der Zeit befindet sich demnach, wenn ich mich so ausdrücken darf, die Chorda noch im Embryonalzustande, auf dem Punkte geboren zu werden. Ihr Mannesalter erreicht sie zur Zeit der Entstehung der knorpelichen Wirbelkörper, und von da an beginnt ihr Greisenalter, ihre Verkümmerung. Eine geringe Reihe von Beobachtungen, am Hinterhauptwirbel angestellt, wird einen Jeden von der Wahrheit des hier Gesagten überzeugen können. Nichts leichter als hier die allmälige Abnahme der Kopfspitze der Chorda zu sehen, das Schwinden ihrer Zellen, ihre gänzliche Vernichtung in dem Maasse, als die

wuchernde Knorpelsubstanz von allen Seiten auf sie eindrängt. An der Rückenwirbelsaite lässt sich die Wiederholung dieses Phänomens, das Schwinden der Zellen an den Stellen, wo die Knorpelringe wuchern, ihre Erhaltung in den konischen Facetten sowohl in der vergleichend anatomischen, als in der embryonalen Entwicklungsweise auf das Klarste verfolgen. Wir setzen demnach, der Beobachtung ihr Recht vor der Hypothese einräumend, den Verkümmerungsprozess der Chorda in den Zeitpunkt des Erscheinens der *knorplichten Wirbelkörper*. Dass damit alle über das Wesen, die Bedeutung und Funktion der Chorda von *Reichert* aufgestellten Ansichten in sich zusammenfallen, da sie alle auf der Annahme der frühzeitigsten Verkümmerung der Chorda beruhen, brauch ich wohl nicht hinzuzufügen.

Ich habe in dem Vorigen des allmäligen Verschwindens der Kopfspitze der Chorda Erwähnung gethan, und meinen Beobachtungen an Alytes gemäss dargestellt. Die Salmonen und Tritonen verhalten sich ganz auf dieselbe Weise, wie Alytes; auch hier schwindet die Spitze allmälig von vorn nach hinten in gleichem Maasse, wie die Knorpelbildung der Schädelbasis vorschreitet. *Reichert* stellt die Verkümmerung des Kopfendes so dar, als bilde sich hinter der zukünftigen Sella turcica in der Basis des zweiten Schädelwirbels ein Knorpelring, welcher das vordere Ende der Chorda abschnüre von dem Reste derselben, welcher in dem hinteren Schädelwirbel steckte. Nach vollendeter Abschnürung trete dann das abgeschnürte verkümmerte Ende als Hirnanhang, Glandula pituitaria, auf. *Rathke* dagegen behauptet, es stülpe sich ein Blindsack der Schleimhaut in dem Dache der Mundhöhle zwischen den seitlichen Schädelbalken durch nach oben, schnüre sich, mit dem Gehirn in Beziehung tretend, ab, und werde Glandula pituitaria.

Ich weiss in der That nicht, auf welche Thatsachen *Reichert* sich stützt, um die so klaren Beobachtungen *Rathke's* in Abrede zu stellen. Ich habe das Loch des Blindsackes in dem Dache der Mundhöhle nicht gesehen, wahrscheinlich, weil es sich äusserst schnell schliesst; allein den Zusammenhang des Gehirnes mit dem Dache der Mundschleimhaut habe ich bei Alytes wie bei Triton auf das deutlichste beobachtet, und die Lücke in der Schädelbasis, in welcher die Gl. pituitaria lagert, bei den genannten Thieren, wie bei Coregonus, so klar gesehen, als überhaupt es möglich ist, klar zu sehen. Eine circuläre Abschnürung des Kopfendes der Chorda aber, wie sie *Reichert* darstellt, ist nun vollends gar nicht bei den von mir untersuchten Embryonen zu finden gewesen. Es lag mir

daran, diese Punkte durch meine Untersuchungen wo möglich zu entscheiden, und ich habe keinen Tag versäumt, um Schädelbasen mit dem Chordalende von allen Entwicklungsstadien zu untersuchen, und nicht zufrieden mit der Lupe, habe ich stets auch unter dem Microscop mich über den Zustand der Zellen in den betreffenden Organen zu unterrichten gesucht. Ich kann desshalb mit aller Bestimmtheit versichern, dass eine solche circuläre Abschnürung, wie *Reichert* will, bei Coregonus, Alytes und Triton niemals vorhanden sei, dass die Chorda nie bei diesen Thieren in irgend eine Beziehung zu dem Gehirn trete, dass demnach nicht daran gedacht werden könne, *Reichert's* Entwicklungstypus der Gl. pituitaria für die genannten Thiere anzunehmen. Dass aber der Frosch eine so unerhörte Ausnahme machen sollte, kann ich nicht begreifen, so sehr ich auch von der Ausdehnung der individuellen Modificationen in den Entwicklungstypen der einzelnen Thiere überzeugt bin, und wende mich desshalb gänzlich der *Rathke*'schen Ansicht zu, wenn ich auch den Blindsack selbst noch nicht deutlich gesehen habe. Beobachtungen, und namentlich Beobachtungen eines so umsichtigen Forschers, wie *Rathke*, werden dadurch nicht annullirt, dass man sie nicht hat wiederholen können, sondern können lediglich dann widersprochen werden, wenn man an demselben Platze, wo sie gemacht worden waren, andere, sie ausschliessende Bildungsvorgänge wahrnimmt.

Die bisher angeführten Thatsachen und Betrachtungen scheinen mir indess wichtig genug, um auf einige Ansichten über Wirbelbildung überhaupt und die der Schädelwirbel in's Besondere modificirend einzuwirken. Ich will diese Modificationen nur kurz andeuten, da ich im Voraus überzeugt bin, dass man nichts weniger als in sie eingehen wird. Sie widerstreiten zu sehr einer, aus der früheren naturphilosophischen Schule entsprungenen Idee, welche sowohl durch die Untersuchungen, die sie anregte, als auch durch ihre schöne Entwicklungen an sich, zu den schönsten Früchten gehört, welche jene Richtung überhaupt getragen. Ich meine den Grundsatz: *Der Kopf besteht aus Wirbeln.*

Fragen wir uns, was wir überhaupt unter Wirbeln verstehen müssen, so zeigen sich uns vor allen Dingen die bei den Wirbelthierembryonen auftretenden primären Abtheilungen der noch indifferenzirten Gebilde um die Chorda, welche sich nur in den niedersten Stufen der Wirbelthierreihe auch in ausgebildeten Thieren erhalten, während sie bei den höheren mehr und mehr durch überwiegende Ausbildung sekundärer Organe,

wie namentlich der Extremitäten, verschwinden. So weit wir diese Abschnitte sehen, ist Wirbelbildung vorhanden.

Schon hier stossen wir bei den Embryonen aller Wirbelthiere auf die Schwierigkeit, solche Abtheilungen in der Schädelanlage aufzufinden. Es lassen sich freilich mancherlei Einbiegungen auffinden, welche solchen Wirbeln zu entsprechen scheinen, allein leider entsprechen diese bei den verschiedenen Embryonen nicht denselben Stellen, und überhaupt sind diese Einbiegungen und Kerben der Schädelbasis nie auch nur im Geringsten den so scharf und nett gezeichneten primären Wirbeleinschnitten ähnlich. Der erste dieser primären Wirbeleinschnitte findet sich stets hinter dem Ohrbläschen, ist also der zwischen Hinterhaupt und erstem Halswirbel gelegene; weiter nach vorn lässt sich, wie gesagt, kein solcher Einschnitt entdecken. Allein auch bei den, diese embryonalen Zustände repräsentirenden, Cyclostomen lassen sich keine Wirbelabtheilungen des Schädels nachweisen. In der That haben wir bei den Myxinoiden nur die Chorda mit der Scheide, und Muscular- und Hautwirbelringen, welche sich bis zum Schädel fortsetzen, dort aber aufhören. Der Schädel der Myxinoiden, so wie der höheren Knorpelfische, lässt sich nicht einmal gewaltsam in den Wirbeltypus hineinpressen. Es fehlen uns demnach an dem Schädel die primären Wirbelabtheilungen. Indess sie könnten verwischt sein durch die frühzeitige Entwicklung der Sinnesorgane, durch die abweichende Ausbildung des Gehirnes. Es bleibt uns daher ein zweites Mittel, um Wirbel des Schädels zu erkennen, die festen Knorpel- und Knochengrundlagen desselben. Allein auch hier stossen wir auf unüberwindliche Schwierigkeiten. Wir haben überall Knorpelringe, aus der Chordalscheide entstehend, um den Chordalkern gelegt, als Urtypus der festeren Wirbelkörper. Mögen sie nun als seitliche Hälften oder als ganze Ringe entstehen, den Chordalkern ganz umfassen oder nur von oben oder unten, dies bleibt auf die Hauptsache ohne Einfluss. Allein solche Knorpelringe, um die Chorda gelegt, finden wir sie im Schädel? Sie möchten vergebens gesucht werden, den letzten Schädelwirbel des Hinterhaupts ausgenommen. In diesem finden wir noch alle Charaktere eines Wirbels; seine Umfassung der Chorda, seine Verknorpelung aus der Chordalscheide. Allein an den sogenannten ersten und zweiten Schädelwirbel reicht die Chorda nicht, sie endet, wie *Rathke* richtig sagt, überall zwischen den Ohrkapseln, sie reicht nie bis in den

Körper des zweiten Schädelwirbels, geschweige denn des ersten *). Die seitlichen Schädelbalken, welche diese beiden ersten Schädelwirbel tragen, können unmöglich als Wirbelkörper angesehen werden, da hier eben das Bestimmende, ein centrales Gestütztsein durch die Chorda, gänzlich abgeht. Auch setzen diese seitlichen Schädelbalken sich ununterbrochen bis nach vorn unter die erste Hirnabtheilung fort, keine Spur einer mittleren Theilung zeigend. Wo könnte aber je in der Wirbelsäule nachgewiesen werden, dass zwei Wirbel zusammen entstehen und sich nachher erst theilen?

Es ist desshalb meine feste Ueberzeugung die geworden, dass der Hinterhauptwirbel zwar noch ein Wirbel ist, dagegen alles vor demselben liegende *durchaus dem Wirbeltypus nicht angehört*, und alle Mühe, es in denselben hineinzuzwängen, vergeblich ist; dass demnach den, die Rückenwirbelsäule nach vorn schliessenden Wirbel, als dieser angehörig betrachtet, ausgenommen, *keine Schädelwirbel existiren.*

Die von *Rathke* dargestellte Entwicklungsweise des Hirnanhangs muss mich hier auffordern, das Resultat meiner Untersuchungen über Ein- und Ausstülpungsbildungen mitzutheilen; um so mehr, als man, wie es scheint, das Vorhandensein dieser Prozesse neuerdings hat bezweifeln wollen. Batrachierembryonen sind indessen unstreitig die ungünstigsten Objekte zu solchen Untersuchungen, da das Microscop durch die dunkeln Zellenmassen der Organanlagen nicht durchdringt und das Messer in den weichen Theilen keinen sichern Aufschluss über vorhandensein von Höhlen etc. giebt. Zu Beobachtungen über diese wirklich in der Natur vorhandenen Bildungstypen wähle man die klaren, durchsichtigen Fischembryonen, wo starke Vergrösserungen ohne Verletzung des Gegenstandes angewendet werden können.

Was nun zuerst die sogenannten Ausstülpungen betrifft, so haben die Gegner dieses Ausdruckes denselben ohne Zweifel zu sehr in seiner engsten Sprachbedeutung aufgefasst. So verstanden, existirt Ausstülpung in der That auch nicht. Es wird nirgends vorkommen, dass ein Organ oder eine Haut sich wie ein Handschuhfinger umstülpt, um eine

*) Man könnte mir hier Amphioxus entgegen halten. Allein wenn die ganz ausserordentlichen Resultate, welche Rathke durch Untersuchung dieses merkwürdigen Thieres erhalten hat, sich bestätigen sollten, so wäre dies gerade ein Beweis für meine Ansicht. Der Amphioxus wäre dann ein reines Wirbelthier, d. h. ein solches, in welchem nur Wirbelbildung vorhanden wäre und welchem *ein Schädel gänzlich fehlte.*

seitliche Blase zu bilden, welche sich dann allmälig baumartig verzweigt. Allein so mechanisch, denke ich, verstanden auch die, welche diesen Begriff in der Wissenschaft einführten, die Sache nicht. Schon ihre Ansicht von dem Embryonalgrundstoffe, dem Blastem der Organe, widersetzte sich solch streng grammatikalischer Auslegung des Wortes. Neuere, die Grundansicht der Zellen fest haltend, konnten die Umstülpung ebenfalls damit nicht zusammenreimen, und liessen lieber auch das Wahre, was an der Sache war, fallen, ehe sie das Fundament, worauf sie zu bauen glaubten, schwächen wollten. Nimmt man aber Ausstülpung in einem weiteren Sinne, so ist sie nicht nur nicht eine Gegnerin der Zellentheorie, sondern kann vielmehr einzig nur durch diese erklärt werden.

Meine Beobachtungen sind hauptsächlich nur an zwei Ausstülpungsbildungen des Fischdarms angestellt, der Leber und der Schwimmblase, und haben mir für diese beiden Organe zwei wesentlich verschiedene Vorgänge dargethan, welche unter den allgemeinen Begriff der Ausstülpung subsumirt werden müssen.

Die Leber bildet sich bei dem Fische ausserordentlich früh und zwar auf folgende Weise. Sobald die Hauptanlagen des animalen Systemes hergestellt sind, und seine Bauchplatten den Dotter umwachsen haben, so löst sich das Schleimblatt in seiner ganzen Ausdehnung als eine von eigenthümlich gebildeten Zellen zusammengesetzte dicke Schicht von der Embryonalanlage los. Bald schliesst sich nun der Dotter nach und nach von hinten nach vorn ab, und zugleich weichen die Zellen des Schleimblattes auseinander, die Darmhöhle bildend. Diese stellt ein ganz grades, nach vorn kielförmig offenes Rohr dar. Stets weiter rückt die Rohrbildung nach vornen vor, die offene, kielförmige Communication des Dotters mit dem Darme mehr und mehr beschränkend, und auf den später ziemlich schmalen Dottergang reduzirend, bis der Prozess endlich in der Lebergegend angelangt ist. Hier sind die Schleimblattzellen in stärkerem Maasse angehäuft, und es bilden sich zwei Wege; einer, der geraden Richtung nach dem Munde folgend, der andere seitlich nach unten in den Zellenhaufen hinein. Der obere ist der Munddarm, der untere der Lebergang. Die Oeffnung, womit diese in mehrere blinde Spitzen sich theilende Aushöhlung der Lebermasse anfangs mit der Darmhöhle zusammenhängt, ist im Beginne ihrer Entstehung ausserordentlich weit, weiter selbst als das Darmrohr, einer breitgeöffneten in mehre Arme auslaufenden Bucht ähnlich. Allmälig

schnürt sie sich mehr und mehr zusammen, während zugleich die Bildung der Drüsengänge durch zunehmendes Auseinanderweichen der Zellen voranschreitet.

Es scheint diese Art der Ausstülpung die ungewöhnlichere zu sein und nur bei denjenigen Drüsen vorzukommen, deren Anlagen zu gleicher Zeit mit den Organen auftreten, in deren Höhle ihre Ausführungsgänge münden. Es ist nur ungetrennte Zellenmasse angehäuft, in welcher dann, durch das organische Auseinanderweichen der Zellen, das wir schon bei der Blutgefässentstehung kennen lernten, nach einer Richtung die Drüse, nach der andern das ihr Secret aufnehmende Organ sich ausgräbt. Die Ausstülpung ist also in diesem Falle die unmittelbare Folge der Differenzirung zweier, vorher ungetrennter Organe. Ich bin weit entfernt, den hier angeführten Bildungsgang der Leber bei Coregonus für die Norm der Entwicklung dieses Organes bei den Wirbelthieren aufzustellen; ich glaube vielmehr, dass bei den übrigen Thieren die Ausstülpung dem Bereich der zweiten, sogleich anzuführenden Modification des Prozesses anheimfällt. Allein für die Fischleber glaube ich diesen Hergang mit aller Sicherheit behaupten zu können, und man wird in der Entwicklungsgeschichte der Palée nach der Natur gezeichnete Figuren finden, welche sowohl die Ausstülpung der Leber als auch das allmälige Vorschreiten der Darmhöhlung gegen die Mundhöhle hin darstellen.

Die Schwimmblase folgt einem, wie es scheint, weit allgemeiner verbreiteten Ausstülpungstypus. Wenn ihre erste Anlage auftritt, so ist die ursprüngliche Zellenstructur des Darmes längst in der indviduellen Ausbildung der Gewebe zu Grunde gegangen und das häutige Darmrohr ausgebildet. Es zeigt sich nun auf dem Darmrohr eine kleine Zellenansammlung, welche solid und kernig, allmälig etwas nach hinten auswächst in Form einer phrygischen Mütze. Nun zeigt sich auch eine, nach allen Seiten hin abgeschlossene Höhlung darin, welche sich allmälig, mit dem Wachsthum des Zellenhaufen nach hinten zu mit ihm ausbildet. Erst nachdem diese Zellenanlage eine bedeutende Grösse erlangt und sich in Beutelform ausgezogen hat, bricht die Höhlung in den Munddarm durch. Bei den meisten Drüsen entstehen die Drüsengänge ganz ähnlich auf diese Weise, wie die Höhlung der Schwimmblase. Meist entstehen dann hie und da einzelne Höhlungen in der Zellenmasse, welche sich später vereinigen, verästeln und communiciren. Die Schwimmblase hat demnach nur das Bleiben einer einfachen Höhle vor den

anderen Drüsen voraus, im Uebrigen folgt sie ganz den Gesetzen, welche auch für jene walten. Stets aber gilt es als Regel, und ich glaube, man wird keine Ausnahme davon aufführen können, dass das Cytoblastem einer Drüse, noch ehe die Höhlungen in ihm entstehen, mit dem Organe, an welchem ihr Ausführungsgang später mündet, in dem innigsten Zusammenhange steht. Die langen Ausführungsgänge mancher Drüsen entstehen nur dadurch, dass im Laufe der Entwicklung die beiden ursprünglich in unmittelbarster Nähe gelegenen Organe von einander sich trennen, und der Ausführungsgang sich zwischen ihnen auszieht.

Kann man, auf diese Weise sie auffassend, aus dem Begriffe der Ausstülpung so ziemlich alles mechanische entfernen, welches sie sonst, dem Wortlaute nach, in sich schlösse, so scheint bei der Einstülpung dies weit schwerer. Hier scheint wirklich eine äussere unsichtbare Gewalt wie ein Stempel die Gewebe vor sich hertreibend, die auf der äusseren Körperfläche mündenden Höhlungen hervorzurufen. Ich habe nur eine Einstülpung bei den Fischen mit Genauigkeit beobachtet, die der Krystalllinse; diese aber mit so viel Klarheit sehen können, als nur wünschbar war.

Die Umhüllungshaut des Paléenembryo besteht aus grossen, hellen, pflasterförmigen Zellen, welche sich sehr auffallend von den kleinen runden Embryonalzellen unterscheiden. Anfangs umschliessen diese Pflasterzellen das Augenrudiment ganz gleichmässig, dann bildet sich eine leichte Vertiefung auf dem Mittelpunkte der Augenblase, welche sich allmälig mehr und mehr vertieft. Stets erkennt man auf dem Grunde dieser Höhlung die Pflasterzellen der Umhüllungshaut. Allmälig schnürt sich der Eingang von aussen ab. Allein selbst wenn die ganze Einstülpung geschlossen ist, selbst wenn die eigenthümlichen Zellen der Linse sich gebildet, selbst dann noch erkennt man die Pflasterzellen und in dem erwachsenen Fische sogar sind sie noch in derselben Art vorhanden. Die Linsenkapsel der Salmonen ist aus solchen Pflasterzellen gebildet.

Es kann demnach bei diesem Bildungshergange, welchen ich Schritt für Schritt beobachtet und mehreren Freunden gezeigt habe, die wirkliche Existenz solcher Einstülpungen nicht in Zweifel gezogen werden. Ein Gewebe, auf einen gewissen Culminationspunkt gelangt, eine fast zusammenhängende Zellenmembran drängt sich

hier nach innen sackförmig vor und stösst, so scheint es, die nachgebenden Zellenmassen, welche sie vorfindet, zurück. Diese rein mechanische Erklärung, welche indess meines Erachtens gewiss nicht die richtige sein kann, ist es, welche sich unwillkürlich bei der Verfolgung des Entwicklungsganges einer solchen Ausstülpung aufdrängt. Ich will keine andere versuchen, es genügt hier die Existenz von Aus- und Einstülpungsbildungen dargethan und gezeigt zu haben, in welchem Sinne die ersteren zu nehmen seien.



Entwicklung des Knorpelgewebes.

Die Schädelbasis bot bei Alytes die günstigste Gelegenheit zur Untersuchung der Knorpelbildung dar. Bei den Tritonen, welche ich zur Vervollständigung der mir unklar gebliebenen Hergänge untersuchte, waren es vorzüglich die Extremitäten, welche namentlich im Beginne der Verknöcherung der Vorderarmknochen in einem einzigen Fusse fast die gesammte Knorpelentwicklung zur Schau stellten.

Die erste Anlage zum Knorpelgewebe der Schädelbasis besteht in einem dichten, dunkeln Cytoblastem, vollgepfropft von Molekularkörperchen und halbverzehrten Stearintäfelchen und offenbar hervorgegangen aus der Zerstörung der ursprünglichen Embryonalzellen. Zuweilen sieht man hier oder da noch Spuren einer zellenähnlichen Anordnung in der Stellung der Körperchen; indess ist meistens die Anhäufung derselben so stark und das Gewebe so dunkel, dass eine durchgängige Auffassung einer solchen regelmässigen Stellung unmöglich wird. Auch die wasserhellen Blasenkerne der Embryonalzellen sind verschwunden; wenigstens konnte ich nie eine Spur derselben in dem verdichteten Blasteme entdecken. Die Festigkeit dieser Knorpelgrundmasse ist nur gering, mehr eine gallertartige Zähigkeit, wesshalb auch unmöglich ist, feinere Schnitte zu bereiten. Das Compressorium hilft noch eher durch; doch zerstört es das Gewebe sehr, da die Ränder des Stückchens stets stark an den Glasplatten fest kleben und dadurch beim Vermehren des Druckes der allseitigen Ausdehnung Hindernisse entgegen

setzen. Indess glaube ich schwerlich, dass man, auch wenn es gelingen sollte, feine durchsichtige Schnitte dieses Cytoblastems zu machen, etwas mehr] sehen würde, als eben eine zähe, gallertartige Grundmasse, in welcher eine unzählige Menge von Körnchen und Täfelchen zerstreut liegen.

Bald erscheinen in diesem Blasteme Zellen von eigenthümlicher Beschaffenheit. Sie sind hell, ziemlich gross, von deutlichen Wandungen umgeben; meist rundlich, oder wenigstens von krummen Linien umzogen, und alle fast mit deutlichem Kerne versehen. Die Zellen liegen im Anfange neben einander, ohne gegenseitig ihre Form durch Aneinanderdrücken zu beeinträchtigen. Die oft ziemlich bedeutenden Interzellularräume zwischen ihnen enthalten stets eine Menge der Körperchen und Täfelchen, welche in dem Cytoblastem zerstreut lagen. Doch hat die Zahl dieser dunklen Körper bedeutend abgenommen. Die Kerne sind sehr gross und ansehnlich; liegen, wie es scheint, frei in der Zelle und haben meist eine rundliche Form und ein feinkörniges Ansehen. Oft findet man zwei, auch drei Kerne in einer Zelle; zuweilen, namentlich im ersten Anfange, erscheinen die Kerne unbestimmt begränzt und wie aus mehreren einzelnen Anhäufungen zusammengesetzt. Weiteren Zelleninhalt, ausser den Kernen, findet man meist nicht; doch kommt es zuweilen vor, dass in einer solchen Knorpelzelle ein oder mehre Stearintäfelchen eingeschlossen sind, welche indess sehr bald verschwinden. Da es für die Entstehung dieser Zellen sehr wichtig erscheinen musste, zu entscheiden, ob diese Stearintafeln nur aussen an der Zellenwand anklebten, oder wirklich im Innern der Zellen eingeschlossen seien, so habe ich viele Mühe und Sorgfalt verwendet, mich über diesen Punkt aufzuklären, und kann mit völliger Bestimmtheit versichern, dass diese, von den im Cytoblastem befindlichen durchaus nicht unterscheidbaren Stearintafeln wirklich in der Zellenhöhlung eingeschlossen waren. Molecularkörperchen sah ich nie in den Zellen.

Auf welche Art diese, mit Kernen versehenen primitiven Knorpelzellen in dem Cytoblastem entstehen, habe ich nicht sehen können. Ich fand keine Zwischenstufen zwischen dem hier beschriebenen Zustande und dem structurlosen Grundstoffe, und es scheint auch aus der Einschliessung der Stearintäfelchen hervorzugehen, dass solche Zwischenstufen nicht existiren und die Zellen gleich in der ihnen zukommenden Form und Grösse ins Leben treten.

Die Zellen wachsen in der Grundmasse fort, allmälig sämmtliche Intercellularsubstanz verdrängend, und bald erblickt man eine dem schönsten Pflanzengewebe ähnliche Structur des Knorpels, polyedrische helle Zellen, dicht an einandergedrängt mit deutlichen, grossen, blassgrauen, feingekörnten Kernen, sehr distincten Wandungen und äusserst feinen Interzellulargängen dazwischen. Alle Molekularkörperchen, Stearintäfelchen etc. sind verschwunden; die Begrenzung der Kerne ist in diesem Zustande deutlich, ihre Zahl in der Regel einfach, seltener finden sich zwei. Ein Anliegen derselben an der Zellenwand ist nicht bemerkbar.

Die nächste Entwicklung bezieht sich hauptsächlich auf Verschmelzung der bestehenden Zellenwand und allmäliges Untergehen derselben in der Interzellularsubstanz und Ausbildung des Kernes zu einer Zelle, in deren Innerem sich ein neuer Kern bildet.

Die Verschmelzung der Interzellularsubstanz mit der Zellenwand scheint hauptsächlich durch Anlagerung plastischen Stoffes auf der Innenwand der Zelle vor sich zu gehen, wenigstens findet man die Höhlung solcher im Verschwinden begriffenen Zellen meist weit kleiner, als die der primitiven Zellen, und zuweilen sieht man einen feinen Schattenstreifen da sich hinziehen, wo die äussere Begrenzungslinie der mit der Interzellularsubstanz verschmolzenen primitiven Zelle hinlief. Während so durch Verdickung der Zellenwand die Zellenhöhle abnimmt, wird ihr Raum zugleich durch die Ausdehnung des Kernes beschränkt. Während nämlich das fein gekörnte Aussehen dieses Gebildes schwindet, wird zugleich die ihn umgrenzende Wandung immer deutlicher und es scheint sich in ihm eine Höhlung zu bilden. Wenigstens erscheint nach einiger Zeit der Kern als eine rundliche, von stark schattiger Wandung umgebene Zelle, in welcher wieder ein neuer Kern liegt, so dass diese zweite Generation der ersten ziemlich ähnlich sieht. Doch unterscheidet sich das neue Knorpelzellgewebe durch mehre Merkmale sehr von dem alten und zwar namentlich durch folgende. Die Intercellularsubstanz ist weit bedeutender, und oft sieht man in ihr, namentlich an den Ecken, wo manchmal Zellen zusammenstossen, leichte Schattenstreifen als die Reste der primären Zellen. Eine natürliche Folge dieses Verhältnisses ist, dass die nicht so dicht an einander gedrängten Zellen einander in ihren Formen nicht beeinträchtigen, und meist in ihrer ursprünglichen rundlichen oder Eiform verharren. Zugleich sind die neuen, aus den Kernen entstandenen Zellen weit schärfer begränzt, die Linien der Zellenmembranen

weit dunkler und bestimmter als die primären Zellen. Die Kerne der neuen Zellen erscheinen ebenfalls weit dunkler und körniger, als die primären und in Hinsicht der Grösse stehen sie, wie die sie einschachtelnden Zellen, weit hinter den primären zurück.

Die auf diese Weise entstandene zweite Zellengeneration unteliegt derselben Metamorphose, wie ihr Vorgänger. Auch hier verschwindet im Laufe der Entwicklung allmälig die äussere Zellenwand, mit der Intercellularsubstanz sich assimilirend und der Zellenkern wird hohl. Doch scheint sich hierauf die Stufenleiter bei Alytes wenigstens zu beschränken, denn nur selten sah ich in diesen hohlen Zellenkernen der zweiten Generation einen Anfang zur Bildung einer dritten, welche indess nie zu voller Entwicklung gelangte. Die aus den Kernen der zweiten Generation hervorgegangenen Zellenhöhlungen (denn auch ihre Zellenmembran verschmilzt sehr bald mit der umgebenden Intercellularsubstanz) sind klein und die dicke Wandung wirft stets einen starken Schatten, so dass es oft schwer fällt, solche Zellen von den früheren Stearintafeln des Knorpelblastemes zu unterscheiden. Es scheint, als ob sich diese Höhlen allmälig durch steten schichtweisen Ansatz auf der inneren Fläche ausfüllten und endlich gänzlich verschwänden. Doch trägt zu diesem Verschwinden weit mehr noch ein anderes Verhältniss bei, nämlich das *Entstehen neuer Zellen in dem durch die verschmolzenen Zellenwände und Intercellularmassen gebildeten secundären Cytoblastem.* Doch bevor wir zu diesem Punkte übergehen, müssen wir noch einer abweichenden Entwicklungsart der primären Knorpelzellen, von der hier dargestellten, erwähnen, welche an einigen Stellen an der Schädelbasis gefunden wird, und auf diese wie auf einzelne Extremitätenknochen (bei den Tritonen wenigstens) beschränkt scheint.

Zuweilen nämlich bildet sich an den angeführten Stellen keine zweite Zellengeneration in der ersten, der Kern wird nicht hohl, um als Zelle zu dienen; vielmehr geht gleich das primäre Zellengewebe in das secundäre Cytoblastem über. Die Zellenmembranen verschwinden bei diesem Uebergange allmälig und verschmelzen mit der Intercellularsubstanz. Die Zellenhöhlen füllen sich, wie es scheint, mit einer helleren, durchsichtigen Masse; wenigstens lassen sie sich noch lange durch ihre grössere Transparenz von der Intercellularsubstanz unterscheiden. Die Kerne wachsen sehr bedeutend, verlieren aber mehr und mehr an Mattigkeit und Schärfe ihrer Umrisse, während zugleich

ihre Körnchen bestimmt hervortreten. Ja es scheint, als ob einzelne dieser Körnchen auf Kosten der übrigen sich ausdehnten und Bläschen würden. Vielleicht auch entstehen diese kleinen, hellen, scharfbegrenzten Bläschen in der Substanz der Kerne nur als eine Brut junger Zellen. Ich kann darüber keine Auskunft geben, da ich die weitere Entwicklung dieser Form der Knorpelzellen nicht beobachten konnte. Es gehört indess ein sehr günstiges Licht und dabei gehörige Beschattung des Objektes dazu, um das eben beschriebene Gewebe in seiner ganzen Eigenthümlichkeit auffassen zu können; da man ausser den Begrenzungen der kleinen, in den Kernen befindlichen Bläschen durchaus keine bestimmten Linien sieht, sondern Alles, Kerne, Zellen und Interzellularsubstanz, der unbedeutenden Differenz ihrer Durchsichtigkeit wegen mit ziemlich verwischten Grenzen in einander überläuft.

Meistens ist das sekundäre Cytoblastem noch nicht vollständig ausgebildet, wenn die secundären Knorpelzellen schon darin auftreten. Der ganze Knorpel wird nie zum zweitenmale eine homogene, structurlose Masse, sondern stets finden sich die Zellen der zweiten Generation noch in irgend einem Entwicklungsstadium, wenn schon in ihrer Intercellularsubstanz die secundären Zellen sich zeigen. Meist findet man noch um diese herum nur die hohlen Zellenkerne der zweiten Generation, oft auch noch die Zellen der zweiten Generation vollständig oder im Begriff der Verschmelzung.

Die secundären Zellen entstehen nie etwa aus einer primären Zelle, sondern stets in der durch die eben beschriebenen Verschmelzungsprozesse entstandenen Intercellularsubstanz, und augenscheinlich werden durch ihr Wachsthm die sie umlagernden Zellenhöhlen der vorherigen Zellen zusammengedrückt, in ihrer Existenz beeinträchtigt und allmälig zum Verschwinden gebracht. Die entstehenden Zellen lagern meist hie und da einzeln zerstreut in der Masse und nach und nach vermehrt sich ihre Zahl. Sie sehen den primären Knorpelzellen ziemlich ähnlich, sind gross, hell und durchsichtig wie diese, und die Aehnlichkeit des von ihnen gebildeten Knorpelgewebes mit dem primären wird noch durch die hie und da zerstreuten, zusammengedrückten Zellenhöhlen der zweiten Generation vermehrt, da diese oft halbverbrauchten Stearintafeln nicht unähnlich sehen. Was aber diese secundären Zellen von den primären unterscheidet, ist besonders der Mangel an Kernen in den ersten Zeiten ihrer Entstehung, und wie es scheint, auch ihre Entstehung selbst. Statt dass sie nämlich, wie die primären Zellen,

sogleich fast in voller Grösse dastehen, sieht man oft kleine bläschenartige Gebilde in dem Cytoblastem, und ich möchte mich desshalb zu der Annahme hinneigen, dass sie, wie die Chordalzellen, von einem kleinen Bläschen ausgehen, welches allmälig erst sich vergrössert und endlich, auf einer gewissen Stufe angelangt, einen Kern erhält. Die erwähnten kleinen hellen Bläschen habe ich wenigstens hie und da in dem secundären Cytoblastem gesehen, leicht unterscheidbar von den Höhlen der zweiten Generation durch ihre zwar bestimmte, allein doch nicht so dunkle Begrenzungslinie, als die der Zellenhöhlen; mancherlei Uebergänge der Grösse dieser Bläschen bis zu derjenigen der ausgebildeten Zellen habe ich ebenfalls beobachtet, und ebenso, neben grossen, vollständig entwickelten Zellen mit deutlichen Kernen andere erblickt, welche, trotz aller Anstrengung, keinen Kern in ihrem Innern entdecken liessen.

Die secundären Zellen wachsen auf dieselbe Art, wie die primären; die Reste der letzteren werden allmälig verdrängt und nur hie und da bleibt in der Intercellularsubstanz eine kleine, sehr reduzirte Höhle als ein Rest der ehemaligen Zellen zurück. Das secundäre Knorpelzellgewebe sieht nun dem primären ganz ähnlich; doch erlangt es nie die schöne polyedrische Zusammensetzung, wie dieses, da die Intercellularsubstanz stets weit bedeutender bleibt, als bei jenem, und desshalb die Zellen auch mehr ihre rundliche Form beibehalten. Eine jede Zelle erhält bald einen Kern, manchmal auch zwei, welche eben so leicht begränzt, graulich und körnig sind, als die der primären Zellen.

Zuweilen habe ich noch junge Zellen in diesen secundären Zellen erblickt, wenigstens halte ich dafür kleine, runde, helle Bläschen, welche theils in der Höhlung der Zellen, theils in der Substanz der Kerne selbst sich zeigten und keinen weiteren Inhalt verriethen. Ob es wirklich solche seien, muss ich dahin gestellt sein lassen, da meine Beobachtungen mit der Erreichung dieses Stadiums endigten.

Bei Triton lobatus scheint die Entstehungsgeschichte der Knorpelzellen ganz analog der so eben bei Alytes beschriebenen. Nur in der weiteren Entwicklung der primären Knorpelzellen herrscht einige Abweichung. Es entstehen die Zellen mit ihren Kernen ebenfalls gleichzeitig, wenigstens sah ich nie, auch in den äussersten Spitzen der Finger eine kernlose Zelle oder einen freien Kern. Das primäre Knorpelzellgewebe sieht dem des Alytes ganz ähnlich, nur sind die Zellen nicht so vollkommen glashell, als dort. Die

Zellenmembranen verschwinden sehr bald durch Assimilation mit der Intercellularsubstanz. Desto länger dagegen erhalten sich die Kerne. Diese werden nicht, wie bei Alytes, in ihrer Gesammtheit hohl, aus dem Zustande eines, wie es scheint, halbfesten Körpers in den einer dickwandigen Blase übergehend, sondern sie werden allmälig verdrängt durch junge Zellen, welche sich in ihrer Substanz entwickeln. Sobald nämlich die Zellenmembran verschwunden und der Kern nur noch allein vorhanden ist, so sieht man in demselben einzelne, sehr kleine, scharf begränzte, ringförmige Gebilde, welche allmälig sich ausdehnen, grösser werden, eine deutliche innere Höhlung haben, und durch ihre Helle und Durchsichtigkeit sich sehr von dem Kerne auszeichnen. Meist sind diese Zellen excentrisch in dem Kerne gelagert, und so kommt es, dass bei fortgesetztem Wachsthume der Rest des Kernes meist in Form eines Hufeisens oder einer Mütze einseitig um die Zelle gelagert erscheint. Das Resultat dieser Entwicklung ist indess ganz dasselbe, wie beim Alytes. Die Kerne verschwinden allmälig, und es bleibt nur ein ziemlich gleichförmiges secundäres Cytoblastem übrig, in welchem die angeführten Zellenhöhlen zerstreut liegen, um welche sich noch zuweilen die Reste der Kerne als schattige Flecken in dem Cytoblastem zu erkennen geben.

Die secundären Knorpelzellen, welche in diesem Cytoblastem entstehen, lassen sich von denen des Alytes nicht unterscheiden; auch, scheint es, entwickeln sie sich wie diese, indem sie als kleine Bläschen entstehen, allmälig sich ausdehnen und dann Kerne bekommen.

Schwann hat dem Nachweise der Zellenstructur der Knorpel einen eigenen Abschnitt in seinem Werke gewidmet, und mit gewohntem Scharfsinn schon darin die Prozesse der Verschmelzung der Zellenwandungen mit der Intercellularsubstanz, die allmälige Ausfüllung der Zellenhöhlen und die hiedurch bedingte Homogeneität der an Masse bedeutenden Knorpelintercellularsubstanz nachgewiesen. Allein, die Fische ausgenommen, bei welchen auch nach meinen Erfahrungen keine secundären Knorpelzellen vorkommen, so fangen *Schwann's* Beobachtungen an den Fröschen erst da an, wo die

meinigen aufhören, d. h. sie behandeln alle nur das secundäre Knorpelzellgewebe, während das primäre schon verschwunden ist, und auch dies secundäre erst in einer ziemlich späten Zeit, wo schon alle nur erdenklichen Arten von Veränderungen, neuen Generationen etc. in demselben vorhanden sind. Es findet sich also zwischen dem Anfangspunkte von *Schwann's* Beobachtungen und dem Endpunkte der meinigen noch eine Lücke vor, welche namentlich darin besteht, dass die *Entstehung* der jungen Generation in den secundären Knorpelzellen noch nicht gehörig aufgeklärt ist. Ich hege durchaus nicht den geringsten Zweifel gegen *Schwann's* Genauigkeit, und bin vollkommen überzeugt, dass ein so umsichtiger Forscher, wie er, die Verhältnisse, die er gefunden, auch gerade so wiedergegeben hat; allein ich kann nicht umhin, von der von ihm gegebenen Erklärung der Entstehung der jungen Brut mich nicht vollständig überzeugt zu halten. Für mich steht es fest, dass die sekundären Zellen (die Mutterzellen der *Schwann*'schen Zeichnungen) ohne Dazwischenkunft eines Kernes entstehen, und dass der Kern in ihnen erst ein späteres Gebilde ist. Es ist zwar daraus durchaus nicht der Schluss erlaubt, dass die jungen Zellen nun ebenfalls ohne Kerne entstehen müssten; allein es ist diese Epigenese der Kerne für die junge Generation noch dadurch wahrscheinlich gemacht, dass in der Chorda, deren Zellen doch unter allen Geweben die meiste Aehnlichkeit mit den Knorpelzellen haben, die junge Generation ebenfalls ohne Kerne sich bildet, und wie bei den Mutterzellen, der Kern erst ein späteres Gebilde ist. Jedoch kann in allen Zellenverhältnissen nur direkte Beobachtung, nicht aber Analogie leiten; denn diese letztere verbindet weder ähnliche Gewebe, noch selbst Generationen unter einander, und wenn in der Thierreihe das allgemeine Gesetz herrscht, dass das Individuum nur ihm gleiche Jungen erzeugt und dass diese auf dieselbe Weise entstehen, wie das mütterliche Individuum entstanden ist, so erscheint dies bei den Zellen gerade umgekehrt, indem nur im seltensten Falle die junge Zelle der Mutterzelle in Entstehung, Entwicklung und Ausbildung ähnlich sieht.

Was die Entstehung der einzelnen Theile der secundären Knorpelzellen betrifft, so scheint nach meinen oben angeführten Beobachtungen erst die Zellenmembran sich zu bilden und dann der Kern; die Nucleolis dagegen, welche sich in manchen Zellenkernen finden, muss ich für ein erst sehr spät auftretendes Gebilde halten, und zwar für in der Substanz des Kernes sich entwickelnde Bläschen, welche wahrscheinlich Zellen

werden. Das Vorhandensein dieser Kernkörperchen in allen von *Schwann* gezeichneten Knorpelzellen verstärkt mich noch in der Ansicht, dass er es schon mit älteren secundären Knorpelzellen zu thun hatte.

In Tafel III, Fig. 1, hat *Schwann* eine genaue Abbildung eines Knorpels von Pelobatis gegeben, welcher, jünger als die Taf. I gezeichneten, die secundären Knorpelzellen sehr treu und vollkommen wiedergiebt. Allein ich kann mit dem Verfasser nicht übereinstimmen, wenn er die in den Intercellularräumen gelegenen Gebilde, namentlich die mit a, b und c bezeichneten für junge Kerne und Zellen hält. Mir sind dies die Reste der primären Kernzellen, welche *Schwann* freilich nicht kennen konnte, da ihm, wie er selbst sagt, keine ganz jungen Froschlarven zu Gebote standen. In dieser Meinung bestärkt mich noch seine Aeusserung S. 113 „die Zellen sehen anfangs feinkörnig aus, nicht so durchsichtig, wie im erwachsenen Zustande.“ Ich habe im Gegentheile die secundären Zellen stets eben so hell und durchsichtig gefunden bei ihrer Entstehung, als später im mehr erwachsenen Zustande, während hingegen die hohl werdenden Kerne, bei den Tritonen namentlich, und auch, wie aus *Schwann's* Aeusserung hervorgeht, bei den Fröschen (weniger bei Alytes) ihr körniges Aussehen beibehalten, und dadurch sich auch den in den secundären Zellen eingeschlossenen Kernen mehr annäheren.

Die Entstehungsgeschichte der Knorpelzellen muss demnach, meines Erachtens, anders aufgefasst werden. Vor allen Dingen müssen genau unterschieden werden zwei Richtungen, nach welchen hin ihre Entwicklung sich ausbildet, nämlich diejenige, wo die primären Zellen bis zur Verknöcherung bleiben, und die, wo sie vorher einer secundären, vielleicht selbst tertiären Generarionsreihe Platz machen.

Erstere Richtung scheint, wie schon angeführt, bei den Fischen allgemein und bei den Batrachiern an einigen Stellen den Bildungstypus zu bestimmen. Bei Coregonus habe ich auch nicht mehr sehen können, als *Schwann*; doch ist hier noch weit grössere Vorsicht nöthig, als bei den Batrachiern, da im Allgemeinen die Fische durch eine sehr geringe Grösse der Elementarzellen sich wesentlich von den Batrachiern unterscheiden. Namentlich möchte ich noch nicht darüber absprechen, ob nicht auch, wie bei den Batrachiern, die Kerne der primären Zellen hohl werden, und demnach die Höhlungen, welche *Schwann* Taf. I, Fig. 7 abbildet, nicht die ursprünglichen Zellenhöhlen, wie er

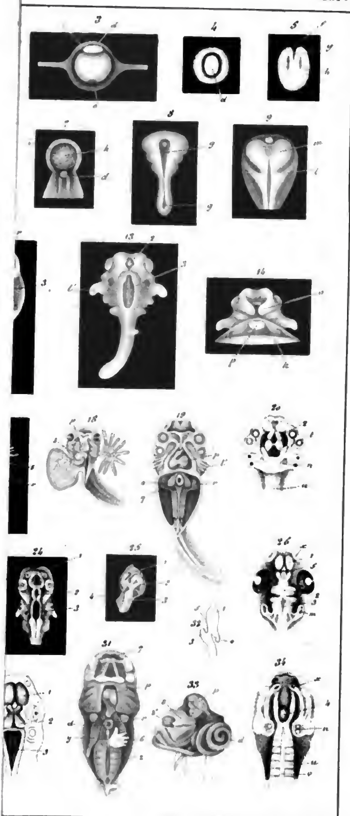
glaubt, sondern vielmehr die Kernhöhlen der ursprünglichen Zellen sind. Vergleicht man in der That Fig. 6 und 7 mit einander, so findet man nicht nur die Höhlen bedeutend verkleinert, sondern auch die äusseren Contouren, welche die verschmolzene Zellenwand andeuten, nicht nur weit kleiner als dieselben Contouren in Fig. 6, sondern selbst von geringerer Grösse als die Zellenhöhlen der Fig. 6. Wäre nicht vielleicht eine Zwischenstufe zwischen 6 und 7, wo Kerne in den Zellen vorhanden waren, deren Höhlungen man in 7 sieht, übersehen worden? Es könnte dies sein; ich stelle es indess nur schwankend als Vermuthung hin, da ich bei Coregonus keine solche Zwischenstufe beobachtete.

Die letztere Richtung der Bildung eines secundären Knorpelzellgewebes scheint dagegen den höheren Thieren, von den Batrachiern an, allgemein. Es können daher die Knorpelzellen dieser Thiere nicht mit denen der Fische auf eine und dieselbe Linie gestellt werden, und muss diese Grundverschiedenheit auch wesentliche Unterschiede in dem Verknöcherungsprozesse hervorbringen. Eine vergleichende Untersuchung dieser Verknöcherung bei den genannten Gruppen würde gewiss sehr bemerkenswerthe Resultate zur Folge haben. Die Entstehungsgeschichte der Knorpel bei den Batrachiern würde aber etwa folgendermassen kurz wiederzugeben sein.

In einem, aus der Zerstörung der ursprünglichen Embryonalzellen hervorgegangenen Cytoblasteme entstehen Zellen mit grossen durchsichtigen Kernen, und zwar diese beiden Elementartheile der Zelle zu gleicher Zeit. Die Zelle entsteht nicht von dem Kern aus durch Aufblasen, sondern durch unmittelbare Zusammensetzung in Distanz. Allmälig dehnen sich die Zellen so aus, dass ein regelmässiges polyedrisches Zellengewebe entsteht. Nun verdicken sich die Zellenwände und verschmelzen zugleich mit der Intercellularsubstanz. Die Kerne werden hohl, dehnen sich aus und erhalten sich noch lange als Höhlungen, während ihre Wandung, ebenso wie die der Mutterzelle, sich verdickt und mit der Intercellularsubstanz verschmilzt. In dem durch diese Verschmelzungen hervorgebrachten secundären Cytoblastem entstehen neue helle Zellen, welche anfangs nur runde Bläschen sind, dann sich ausdehnen, Kerne erhalten und endlich die alten Zellenhöhlen allmälig verdrängend, von neuem ein, wenn auch nicht so dicht maschiges polyedrisches Zellengewebe darstellen. In den Kernen entstehen dann wieder, ebenso wie in den Zellenhöhlen

INHALT.

Taf. 1



Lith. de Riedel et Jenngquet in Neuchatel (Suisse)

der secundären Zellen, junge Generationen von Zellen, während die Membranen der Mutterzellen ebenfalls, so wie die der primären Zellen, anfangen sich zu verdicken und mit der Intercellularsubstanz zu verschmelzen.

Es treten zwar bei der so eben gegebenen Darstellung der Knorpelentwicklung mehrere Momente auf, welche sich mit der bisherigen Zellentheorie nicht vereinigen lassen. Dies ist namentlich die Epigenese der Kerne, der Kernkörperchen, das Hohlwerden der Kerne und ihre Zellenwerdung, wenn ich es so nennen darf. Allein ich muss hier nochmals darauf aufmerksam machen, dass die bisher angenommene Reihenfolge nur durch sehr wenige und noch dazu schwankende Beobachtungen unterstützt wird. Den von *Schwann* in Taf. III, Fig. 1 a, gezeichneten, in der Entstehung begriffenen Zellenkern glaube ich fast mit voller Sicherheit für eine beinahe ausgefüllte primäre Zellenhöhle des Knorpels nehmen zu können. Freie Zellenkerne sieht man freilich oft genug und in manchen Geweben zu häufig, als dass man an ihrem Dasein zweifeln könnte, wenn auch gewisslich manche Beobachter viele Dinge, welche sie unter dem Microscop sahen, für feine Zellenkerne gehalten haben mögen, welche entweder nur festerer Zelleninhalt oder junge, entstehende Zellen waren. Allein das Vorhandensein solcher freien Zellenkerne beweist noch nicht, dass sich wirklich Zellen um sie her bilden sollen; es scheint mir viel natürlicher, solche Kerne der Zerstörung vorhanden gewesener Zellen, welche sich zu einem secundären Cytoblastem aufgelöst haben, zuzuschreiben. In der That findet man auch solche freie Zellenkerne meist nur in den secundären Cytoblastemen, welche durch Zerstörung der ursprünglichen Embryonalzellen bedingt, einer neuen Entwicklung individueller Gewebzellen zum Grunde liegen. Was aber das Hohlwerden der Kerne betrifft, so ist dies bei den Kernzellen so deutlich, dass darüber kein Zweifel gehegt werden kann, und dass diese hohlen Zellenkerne vollkommen Zellen werden, ist durch ihre durchaus analoge Weiterentwicklung und das Verschmelzen ihrer Wandungen mit der Intercellularsubstanz ebenso unläugbar dargethan. Der Kern kann demnach Zelle werden; die Zelle aber auch Kern, indem sich um eine schon fertige Zelle eine neue Zellenwand legt, und wo möchte nun die Grenze zwischen beiden Gebilden zu setzen sein? — Grade die Entwicklung der Knorpelzellen bestätigt demnach sehr schön den Satz *Schwann's* (S. 212). „Die Entwicklung vieler Kerne zu hohlen

Bläschen, die Schwierigkeit, manche solcher hohlen Zellenkerne von Zellen zu unterscheiden, muss schon auf die Vermuthung führen, dass der Kern von einer Zelle nicht wesentlich verschieden ist, dass eine gewöhnliche kernhaltige Zelle nichts als eine Zelle ist, die sich aussen um eine andere Zelle, den Kern, bildet." Wenn wir auch der von *Schwann* als allgemein angenommenen Entstehungsweise der Zelle um den Kern nicht für alle Fälle beistimmen können, so führen doch offenbar unsere Untersuchungen auch auf den Satz: Kern und Zelle sind nicht von einander verschieden.



Einiges über Zellen im Allgemeinen.

Sollten sich die vorstehenden Resultate meiner Untersuchungen als richtig erweisen, so lassen sich daraus manche nicht unbedeutende Schlüsse über die Entstehung und Fortbildung der Zellen ziehen, welche einigen, bis jetzt angenommenen Gesetzen sehr widersprechen dürften. Ich habe schon in den einzelnen Abschnitten darauf hingedeutet, will aber nun versuchen, in Kurzem eine Uebersicht des dort nur Angedeuteten zu geben.

Entstehung der Zellen. Was zuerst die Art und Weise dieser Entstehung betrifft, so herrscht darüber fast nur eine Stimme, und, wenn nicht geradezu, doch stillschweigend huldigt man bis jetzt dem Satze: „Es entsteht in dem Zellenkeimstoffe, Cytoblasteme, zuerst ein Kern, um welchen dann als heterogene Circumposition die Zelle sich ablagert und den Kern einschliesst.“ Bleiben wir bei diesem Ausdrucke der Zellengenese stehen, da, was die Kernkörperchen betrifft, man über diese und ihre vorgängige Entstehung vor dem Kerne nicht ganz im Reinen scheint. Zudem sind und bleiben sie an vielen Zellen durchaus unsichtbar, und können nur in den wenigsten Fällen nachgewiesen werden. Warum nun eine allgemeine Regel bilden aus der Minderzahl der Beobachtungen und die Mehrzahl als Ausnahmen oder Entwicklungsstufen hinstellen? Es ist freilich, was die Kernkörperchen betrifft, die Beobachtung ihres Entstehens das Schwierigste, was wohl aufgegeben werden kann und die Verwechslung solcher freien Kernkörperchen mit Zelleninhalt, Molecularkörperchen

etc. nicht nur leicht, sondern sogar eine Unterscheidung fast unmöglich. Allein es giebt so viele Zellengebilde mit deutlichen Kernen, es giebt so manche helle und durchsichtige Kerne, dass ein Kernkörperchen darin sich nicht der Beobachtung entziehen könnte, wenn es wirklich vorhanden wäre. Selbst *Schwann*, der so sehr auf *Schleiden's* Entdeckungen fusst und sie fast als unwiderrufliche Wahrheiten ansieht, selbst *Schwann* drückt sich über die Kernkörperchen und ihre Rolle in der Zellenentstehung nur sehr unsicher und schwankend aus und man sieht deutlich, dass die Beobachtung am Thiere ihm in den wenigsten Fällen die von den Pflanzen herübergenommenen Vorstellungen bestätigt hat. Was mich selbst betrifft, so kenne ich Kernkörperchen nur aus den wenigsten Zellen der Batrachier und der Fische, bei Weitem in den meisten Gebilden hingegen sah ich nie, in keiner Zeit des Zellenlebens, Kernkörperchen. Da aber, wo ich Kernkörperchen sah, wie in den Knorpelzellen der Batrachier und den Embryonalzellen der Salmonen, konnte ich sie stets nur als spätere Gebilde auffassen, als Bläschen im Kerne, welche diesen Kern durch ihre eigene Ausbildung zerstörten, und sich nach und nach, wahrscheinlich wenigstens, zu Zellen entwickelten. Meines Erachtens kommen demnach die Kernkörperchen für Entstehung der Zellen ganz und gar nicht in Betracht, sondern sind nur eine spätere Entwicklungsphase einzelner Zellenarten. Am allerwenigsten können sie für ein allgemein vorkommendes Gebilde gehalten werden.

Mit dem *Kerne* ist es eine andere Sache. Der ist fast immer vorhanden, fast immer deutlich zu sehen, sei es in welcher Lebensperiode der Zelle als es wolle, und er kann daher wohl für ein allgemein vorkommendes, mithin charakteristisches Zellengebilde angesehen werden. Allein schon die abweichende Structur des Kernes in den verschiedenen Zellen scheint darauf hinzudeuten, dass Entstehung wie Fortbildung desselben nicht überall in allen Zellen die gleiche sei, sondern je nach der Individualität der einzelnen Zellen sich modificire. Welcher Abstand in der That zwischen dem Kerne einer Chordalzelle, namentlich eines Fisches, der, blass und kaum erkenntlich, besonders günstiges Licht und grosse Vertrautheit mit dem Microscop verlangt, um nur gesehen zu werden, und dem einer Knorpelzelle oder Ganglienkugel, wo dem ungeübtesten Beobachter er in die Augen fallen muss! Bald scheint es ein solider, wenigstens halbfester Körper, von granulösem Ansehen, bald ein hohles, dünnwandig-elastisches Bläschen; bald sind seine

Contouren scharf und bestimmt, in anderen Fällen wieder undeutlich verschwindend. Zwar kann es nicht geläugnet werden, dass viele dieser Abweichungen erst durch spätere Entwicklungsphasen bedingt sind, viele aber auch bestehen ohne Zweifel von Anfang an, und die meisten Zellen sind durch eine besondere Form oder innere Bildung des Kerns charakterisirt, welche sich freilich in den meisten Fällen eher sehen, als mit der Feder oder dem Zeichenstift wiedergeben lässt. Beides demnach, die Bildung des Kerns im Allgemeinen, verglichen in den verschiedenen Zellen, so wie die abweichende Entwicklung desselben in den einzelnen Zellen, worauf wir später zurückkommen werden, lassen schon darauf schliessen, dass nicht ein allgemeiner Typus der Entstehung der Kerne zu Grunde liege, sondern dass diese Entstehung je nach der Natur der Gewebe wechsele. Die vorliegenden Untersuchungen liefern die faktischen Belege hierzu.

Die *Präexistenz des Kernes* vor der Zellenwand, demnach seine Entstehung als Cytoblast, scheint bei den Rindenzellen des Dotters der Fall zu sein. Wir haben dort nachgewiesen, wie höchst wahrscheinlich von den Keimflecken, den Kernen der primitiven Eizelle, des Keimbläschens, der Anstoss zur Zellenbildung in dem Dotter sich fortpflanze, und dass dies in der Rindenschicht namentlich auf die Weise vor sich gehe, dass die Keimflecke sich in der Rindenschicht einbetten und nun ein jeder sich mit einer Zellenmembran umgiebt, innerhalb welcher der Keimfleck als Kern fungirt. Bei der weiteren Verbreitung der Zellenbildung in der Rindenschicht scheint nun stets zuerst der ursprünglich bläschenförmige Kern zu entstehen und um diesen die Zellenwand sich abzulagern. Für den Dotterkern schien freilich die Präexistenz der Zellenkerne nicht erweisbar, und es musste zweifelhaft bleiben, ob hier wirklich der Kern vor der Zelle entstand, oder nicht vielleicht nachher; ja die Beobachtungen *Reichert's* schienen sogar letzterer Ansicht das Zünglein der Wage zuzuneigen. Bei den Rindenschichtzellen aber war die von *Schwann* als die einzige angenommene Entstehungsart der Zellen nachweisbar, obgleich auch hier der sonderbare Fall eintrat, dass Kerne, welche schon vorher in einer Zelle eingeschlossen gewesen, nach der Zerstörung dieser Zelle sich aufs Neue mit Zellenmembranen umgaben.

Eine zweite, meiner Ueberzeugung nach unbestreitbare Thatsache ist aber die Entstehung des Kernes nach der Zellenwand, mithin die *Präexistenz der Zelle*. So sehr auch diese Entstehungsweise in direktem Widerspruch steht mit der vorigen, so scheint

sie doch durch die Entwicklung der Chordalzellen sowohl, als der secundären Knorpelzellen festgestellt. In Hinsicht der letzteren möchte freilich noch Zweifel erhoben werden können, da hier die Kerne so bald nach der Formation der Zelle erscheinen, dass man gerade den günstigen Moment erhaschen muss, um Zellen ohne Kerne vorzufinden. Bei den Chordalzellen sichert aber auch die Entstehungsart der Zellenwand, die langsame Ausbildung derselben und das späte Auftreten der Kerne, namentlich bei den Fischen, gegen einen möglichen Irrthum. Ja bei den Fischen scheint diese spätere Entstehung des Kernes so allgemein vorzukommen, dass ich im Anfange, wo ich meine Untersuchungen nur auf sie beschränkt und noch nicht auf Batrachier ausgedehnt hatte, zu der Ueberzeugung geleitet wurde, es sei der Kern stets ein späteres Gebilde und nur als eine junge Zelle in einer älteren Mutterzelle entstehend, zu betrachten. Freilich musste mich dann die Beobachtung bei den Batrachiern eines Besseren belehren; allein nichts desto weniger blieb festgestellt, dass es Zellen gäbe, wo der Kern nicht das Bestimmende der Zellenbildung sei. An den Blutzellen der Batrachier, wo ebenfalls der Kern erst später entsteht, bestätigte sich dieses Verhältniss aufs Neue.

Eine dritte Modification der Zellenentbildung endlich ist die, wo *Kern und Zellenmembran zu gleicher Zeit entstehen*. Zwar kann hier am leichtesten ein Irrthum sich einschleichen in der Beobachtung, da eine Zellenmembran, wenn sie dicht den Kern umhüllte, wohl nicht als solche erkannt werden könnte; allein dieser nothwindige Mangel der Beobachtung könnte nur bei einem solchen Gewebe entgegen gehalten werden, wo man freie Kerne sähe; und behaupten wollte, an ihnen sei schon die Zellenmembran gebildet vorhanden, aber ihrer engen Anlagerung wegen nicht zu erblicken. Allein bei den primären Knorpelzellen des Alytes, für welche ich diese Art der Zellenentstehung behaupte, kann dieser Einwurf keine Beziehung haben, da ich in deren Cytoblastem nie freie Kerne sah, sondern nur Molecularkörperchen oder halbverzehrte Stearintäfelchen, die immer leicht von den körnigen, graulichen Kernen der Knorpelzellen zu unterscheiden waren. Wo ich aber einen primären Knorpelzellenkern sah, da fand ich ihn stets von einer helleren, durch eine Zellenmembran begränzten Zellenhöhle umgeben; nie sah ich in dem primären Knorpelblastem einen freien Kern. Allein eben so wenig auch sah ich eine primäre Knorpelzelle ohne Kern, welche auf eine Epigenese der Kerne hätte hindeuten können; sondern stets bedingte sich die Gegenwart beider

Gebilde, Kern und Zelle; nie fand ich eines derselben allein. Stets auch sah ich einen, mehr oder minder bedeutenden helleren Raum, eine Zellenhöhle, zwischen Kern und Membran, und ich glaube desshalb, dass beide zugleich auftreten und zwar die Zellenmembran in einer gewissen Distanz um den Kern ursprünglich entsteht.

Geben wir nun zu der *Zellenmembran* selbst über, so finden wir auch in deren Entstehung die mannichfaltigsten Typen in eben so grosser Variation wieder, als wir schon bei den Verhältnissen zwischen Kern und Membran der Zeit nach annehmen mussten.

Die Zelle kann auf zwei Arten entstehen: entweder indem sie als ein unendliches kleines Bläschen auftritt, welches immer mehr und mehr in dem Cytoblasteme wachsend sich ausdehnt, oder aber sie entsteht gleich in einer gewissen Grösse durch Circumposition um einen gegebenen Inhalt herum.

Der erste Fall *der selbstständig isolirten Entstehung* kann natürlich nur dann eintreten, wenn die Präexistenz der Zellenmembran vor dem Kern unbestreitbar ist. Ich habe ihn nachzuweisen versucht für die Zellen der Chorda, so wie für die secundären Knorpelzellen. Nirgends sind die Bläschen verschiedener Grösse, welche anfangs in dem Cytoblasteme zerstreut liegen, bei fortschreitendem Wachsen aber einander näher rücken, allmälig das Cytoblastem aufzehren und sich an seine Stelle setzen; nirgends sind alle diese Abstufungen in einer und derselben Chorda schöner zu sehen, als in Salmonenembryonen; während, wie oben ausgeführt, bei den Fröschen die Menge der Molecularkörperchen im Cytoblastem der Beobachtung ein grosses Hinderniss in den Weg legt.

Allein bei den Fröschen lässt sich aus dieser grossen Menge von Molecularkörperchen und Stearintäfelchen des Cytoblastems ebenfalls ein indirekter Beweis für den geschilderten Vorgang der Entstehung wahrnehmen. Wenn es nämlich richtig ist, dass die Zellenmembran gleich Anfangs in ihrer Individualität als solche auftritt und allmälig sich ausdehnt, so ist es klar, dass in die Zellenhöhle nur flüssiger Stoff von aussen durch Intussusception aufgenommen werden kann, dass hingegen die festeren Körper des Cytoblastemes nicht in die Zellenhöhle gelangen können. Bildet sich dagegen in einem körnerreichen Cytoblastem eine Zelle durch Circumposition um ein Gegebenes in einer gewissen Entfernung, so ist es wohl klar, dass Körner und festere Theile des

Cytoblastemes in die Zellenhöhlen müssen eingeschlossen werden. Man untersuche nun Frosch-Wirbelsaiten in welchem Stadium man wolle, man wird nie einen anderen Zelleninhalt, als die klare gelatinöse Flüssigkeit erblicken; nie ein Stearintäfelchen oder ein Molecularkörperchen, ein Beweis, dass diese durch die Entstehung der Zelle selbst von der Zellenhöhle ausgeschlossen waren.

Der zweite Fall der *Circumposition um einen gegebenen Mittelpunkt* in gewisser Entfernung scheint der häufigere Fall der Zellenbildung zu sein. Doch scheinen auch hier wieder gewisse Modificationen einzutreten, welche sich auf das durch die Circumposition umschlossene Material beziehen.

In den Zellen des Dotterkernes haben wir ein Beispiel, wie Zellenmembranen entstehen, *lediglich um den Zelleninhalt herum*, während, wahrscheinlich wenigstens, ein Kern erst nachher sich darin bildet. Die Art und Weise der Bildung, die anfänglich ungetrennten maschenartigen Schattenlinien, welche die Dottermasse durchziehen und später isolirte Zellen mit deutlichen Membranen werden, die vollkommne Identität der eingeschlossenen Stearintafeln mit den im zellenlosen Dotter befindlichen lassen hier an einer Zusammensetzung der Zellenmembran in Distanz nicht zweifeln. Ob die Schattenstreifen, welche man sieht, Anhäufungen der bildenden Molecule sind, welche sich beim Consolidiren als Zellenmembran so von einander trennen, dass sie die Membranen der beiden aneinanderliegenden Zellen werden, kann vor der Hand noch nicht bestimmt werden, ist mir aber desshalb wahrscheinlich, weil ich anfangs in diesen Schattenstreifen keine trennende Mittellinie zwischen den beiden Membranen gewahrte, weil ferner die kaum entstandenen Dotterzellen stark aneinanderhingen, ohne dass die mindeste Intercellularsubstanz vorhanden gewesen wäre und erst in späterer Zeit jede Zelle sich vollständig von der andern isolirte und kein solch' enges Zusammenkleben mehr sichtbar war. Es ist mir demnach wahrscheinlich, dass die einander berührenden Membranen verschiedener Zellen zusammen als eine Masse entstehen und dann bei der weiteren Ausbildung der Zelle sich von einander spalten. Es ist indess leicht begreiflich, dass eine solche Entstehungsart der Zellenmembranen nur da angenommen werden kann, wo wie im Dotterkern, das ganze Cytoblastem gleichsam plötzlich in Zellengewebe gewandelt wird, und die Zellen gleich in ihrer Grösse entstehen, ohne dass ihnen durch Vor-

handensein einer Intercellularsubstanz, Raum gegeben wäre, eine spätere Ausdehnung durch Wachsthum zu erlangen.

In der Rindenschicht des Dotters tritt eine geringe Modification dieses Herganges in so fern ein, als nicht nur Zelleninhalt *sondern auch Kerne zugleich* umschlossen werden. Wir haben oben nachzuweisen versucht, dass die Keimflecke und ihnen analoge, in der Rindenschicht sich bildende Bläschen die Kerne der Embryonalzellen seien. Dass aber die Zellenmembranen um diese Kerne nicht auf die Weise entstehen, dass sie allmälig vom Kerne aus sich ausdehnen, indem sie anfangs den Kern eng umschlossen, sondern dass sie sogleich in Distanz um den Kern sich aus dem Cytoblasteme differenziren, kann daraus gefolgert werden, dass diese Rindenzellen des Dotters stets eine grosse Menge der in dem Cytoblasteme zerstreuten festeren Körper als Zelleninhalt einschliessen, was nicht der Fall sein könnte, wenn sie nach der von *Schwann* angenomenen Entwicklungsweise der Zellen entstünden. Es ist also diese Circumposition des Kernes in Distanz wesentlich von der engen Circumposition, welche man bisher annahm, unterschieden, indem bei ihr die Zelle im Momente der Entstehung schon festeren oder flüssigen Inhalt besitzt, welchen sie sich im anderen Falle erst durch ihr eigenes Leben bilden muss. Es schliesst indess diese Entstehungsart nicht das fernere Wachsen und Grösserwerden der Zellen aus.

Der selbstständig isolirten Entstehung der Zellen steht die von *Schwann* angenommene Entwicklungsweise parallel, wo primär *nur der Kern* von der Zelle umschlossen wird. Während dort die Zelle von einem Punkt-Bläschen aus sich erweitert, hat sie hier einen bestimmten Mittelpunkt in dem Kerne, um welchen sie anfangs anliegt und allmälig von ihm aus gleichsam sich aufbläst. *Schwann* hat diese Entwicklungsweise so schön dargestellt, dass ich mich weiterer Worte über sie enthalte, nur bemerkend, dass sie mir, weit entfernt allgemein zu sein, vielmehr weit seltener vorzukommen scheint, wenn nicht ihre ganze Annahme überhaupt auf irrthümlichen Schlüssen beruht. Aus meinen Untersuchungen wüsste ich auch nicht einen schlagenden Beweis für diese Entwicklungsweise aufzuführen, und dass einige der von *Schwann* gemachten Beobachtungen, welche für diese Entwicklungsweise sprechen sollen, ganz anderer Deutungen fähig sind, habe ich an den Knorpelzellen nachzuweisen versucht.

In die Categorie der Umlagerung des Kernes scheint noch die Entwicklungsweise der primären Knorpelzellen gehörig, wo, wie ich es wahrscheinlich zu machen gesucht habe, *Kern und Zelle zu gleicher Zeit* entstehen. Man kann sich füglich diesen Prozess auf die Weise vorstellen, dass man annimmt, die an einem gewissen Orte zur Zellenbildung disponirten Molecule sammelten sich einerseits nach aussen hin fester zusammen zur Bildung der Zellenmembran, andererseits drängten sie sich nach innen hin zusammen, einen Kern formirend, während der durch diese Anordnung zwischen beiden entstandene leere, mit Flüssigkeit erfüllte Raum die Zellenhöhle darstellt. Es scheint mir dieser Vorgang gerade nicht unwahrscheinlicher, als die Ansammlung der Molecule zu einem Kern oder einer Zellenwand; es brauchen nur die bei diesen Gebilden einzeln wirkenden Richtungen der bildenden Kraft, die centrifugale, unter deren Einfluss die Zellenmembran, die centripetale, durch welche der Kern entsteht, sich zu verbinden und vereinigt zu wirken, um ein solches Resultat hervorzubringen.

Endlich entstehen noch Zellen durch *Umlagerung von Zellen durch Zellenmembranen.* Das primitive Ei, wie die Ganglienkugeln des Nervensystems liefern hierzu die bündigsten Belege. Doch muss ich mich hier gleich vor einem Irrthume wahren, den man mir vorwerfen könnte. Ich habe schon mehrmals im Verlaufe dieser Schrift darauf hingedeutet, dass mir Kern und Zelle durchaus nicht so verschiedene Gebilde sind, als man bisher hat annehmen wollen, und ich habe desshalb auch namentlich die Keimflecke wahre Zellen genannt und ihre Einschliessung in die Zellen der Rindenschicht in dem ersten Abschnitte eine Umlagerung von Zellen durch Zellen genannt. Es kam dort darauf an, die wahre Zellennatur dieser Keimflecke hervorzuheben und zu zeigen, wie sehr sie von den gewöhnlich vorkommenden Kernen verschieden seien. In Beziehung auf die Entstehung jener Zellen aber verhalten sie sich durchaus nur als Kerne, zumal da keine Bildung in ihrem Innern sie als Zellen auf der höchsten Stufe der Entwicklung erblicken lässt. Mit den primitiven Eiern und den Ganglienkugeln ist's aber ein anderer Fall. Hier sind es vollständige Zellen, welche Kerne in sich schliessen und secundär wieder von einer Zelle umschlossen werden, und zwar ebenfalls, wie es scheint, in Distanz.

Wenden wir uns nun, nach dieser Betrachtung der Art und Weise, wie die verschiedenen Zellentheile entstehen, zu derjenigen des Mutterbodens, in welchem die oben angeführten Prozesse sich entwickeln, zu der Betrachtung des *Cytoblastemes.*

Augenscheinlich ist in den meisten Fällen und namentlich da, wo im Embryo ein neues Gewebe entsteht, eine structurlose Substanz da, in welcher die Zellen aufkeimen. Ebenso ist in allen Fällen, wo Gewebe durch Juxtaposition von Zellen ihrer Art sich vergrössern, welche in den Intercellularräumen entstehen, diese Intercellularsubstanz das Cytoblastem, in welchem die neue Bildung vor sich geht. Es sind diese Cytoblasteme *primäre*, d. h. solche, welche noch nicht als Zellentheile eine Rolle gespielt haben.

Eine eben so bedeutende Rolle für die Entwicklung der Zellen aber spielen die *secundären* Cytoblasteme, welche aus Stoffen hervorgegangen sind, die schon früher für vorhergegangene Zellengenerationen benutzt waren, und welche aufs Neue structurlos geworden sind, um einen geeigneten Mutterboden für eine neue Zellenbildung herzustellen. Für die Entwicklung der Gewebe im Embryo spielen diese secundären Cytoblasteme sogar eine weit bedeutendere Rolle, als das primäre; denn ich habe die feste Ueberzeugung, dass, bei den Batrachieren wenigstens, keine der ursprünglichen Embryonalzellen in die Gewebe des Embryos eingeht, sondern dass alle spurlos zerstört werden und in dem aus ihrer Vernichtung hervorgegangenen secundären Cytoblasteme erst die eigenthümlichen Zellen der verschiedenen Gewebe sich ausbilden. Für die Chorda, den Knorpel sind die Beweise für diese Entstehung aus secundärem Cytoblastem geliefert, sicherlich werden sie auch für die anderen Gewebe des Embryo constatirt werden.

Indess scheinen die secundären Cytoblasteme nicht alle auf dieselbe Weise sich zu bilden. Das der Chorda z. B. entsteht aus der Zerstörung der Embryonalzellen. Zellenmembran, Inhalt und Kern, alles schwindet in eine structurlose Masse zusammen und wahrscheinlich dadurch, dass die zarten, Zelle und Kern einhüllenden Membranen der Embryonalzellen sich in dem flüssigen Inhalte und der flüssigen Intercellularsubstanz auflösen. Das Cytoblastem aber, in welchem die secundären Knorpelzellen aufkeimen, entsteht nicht durch Zerstörung, sondern durch Fortbildung und Entwicklung der primären Knorpelzellen, durch Verdickung ihrer Wände und Verschmelzung dieser

Zellenwände mit den Intercellularsubstanzen, und der Entwicklungsgang der primären Knorpelzellen ist noch nicht beendigt, ihre Höhlen noch vorhanden, wenn schon in den degenerirten und verschmolzenen Zellenwänden die neue Generation auftaucht.

Bei vielen Geweben scheinen sogar im Laufe der Entwicklung mehrfache Folgen von Cytoblastemen einander zu drängen, eine Zellengeneration die andere nicht unmittelbar abzulösen und aus dieser hervorzugehen, sondern erst mittelbar aus dem durch die zerstörten Zellen der ersten Generation gebildeten Cytoblasteme. So entstehen die primären Knorpelzellen aus einem, durch Vernichtung der Embryonalzellen hervorgegangenen secundären Cytoblastem und sie selbst setzen dann wieder ein neues, der Reihenfofge nach tertiäres zu nennendes Cytoblastem zusammen, in welchem die secundären Knorpelzellen aufsprossen. Indess möchte die genaue und minutiöse Verfolgung dieser Cytoblastemreihen am Ende in eine lächerliche Generationsnomenclatur ausarten und es genügt desshalb durch die Benennung „secundäres Cytoblastem" den Zellenkeimstoff zu bezeichnen, welcher aus Theilen früherer zerstörter oder degenerirter Zellen hervorgegangen ist.

Nicht blos aber das unorganisirte Cytoblastem, sondern auch die Zellen selbst bieten eine Keimanlage für neu entstehende Zellen dar. Freilich ist bei den Thieren, wie *Schwann* sehr richtig bemerkt, Zellenbildung in Zellen der seltenere Fall; indess kann sie doch für einige Gewebe, wie namentlich den Knorpel und die Chorda, nachgewiesen werden, Es müssen hier zwei Fälle wieder unterschieden werden, die Generation junger Zellen in der Zellenhöhle und die in dem Kern.

Für die *Entstehung der Zellen in Zellen* scheint ziemlich allgemein die selbstständig isolirte Genese zu walten, indem innerhalb des Zelleninhaltes einzelne punktförmige Bläschen entstehen, welche allmälig sich vergrössernd zu Zellen heranwachsen und Kerne bekommen. Wenigstens ist für die Chorda durch *Schwann* selbst dieser Entwicklungsgang beobachtet. Betrachten wir freilich die Zellenbildung im Dotter als eine Generation von Zellen in Zellen, da auch wirklich das ganze Ei als eine Mutterzelle anzusehen ist, so müssen wir die isolirte Entstehung der jungen Zellen als mehr auf einzelne Zellenarten beschränkt ansehen. Stets mangeln in diesen jungen Zellen die Kerne im Anfange; meist sind sie selbst so wasserhell und ihre Lichtbrechungskraft nur so wenig von dem sie umspülenden Zelleninhalte der Mutterzelle verschieden, dass es grosse

Mühe kostet, ihrer ansichtig zu werden. Beim Wachsen sprengen sie meist die Mutterzelle und erhalten dann oft, wie diese, Kerne.

Die *Entstehung von Zellen in Kernen* findet weit seltener Statt und ich habe bis jetzt nur in den secundären Knorpelzellen den Anfang dieser Entstehung beachtet. Ich rede hier nicht von dem Falle, wo der Kern selbst hohl und Zelle wird, es gehört dieser zu einer der häufiger vorkommenden Metamorphosen des Kernes. welche wir noch näher betrachten werden. Bei der Entstehung von Zellen in dem Kern beobachtet man kleine, ringförmige, meist ziemlich stark umzeichnete Bläschen in den Kernen, oft nur 1 oder 2, manchmal aber auch 4, 5 und mehr. Man hat diese Bläschen für Kernkörperchen, Nucleoli, gehalten, und namentlich bei den Knorpelzellen hat sie *Schwann* als solche abgebildet. Beobachtet man aber die Entwicklung dieser Bläschen, so sieht man, dass sie allmälig wachsen und nach und nach den Kern verdrängen. Sie stellen sich dann deutlich als hohle Blasen mit selbstständigen Wandungen, mithin als Zellen dar. Es will mir fast scheinen, als seien, wenn nicht alle, doch die meisten Gebilde, die man als Nucleoli aufgefasst hat, nur solche Zellen gewesen, die erst einer späteren Metamorphose ihren Ursprung verdankten und sicher bei der Entstehnng der Zelle selbst noch nicht vorhanden waren. In vielen Zellen hat man noch keine Kernkörperchen beobachtet, weil eben diese präsumirten Kernkörperchen das Resultat einer Entwicklungsphase sind, welche nur von wenigen Zellen durchlaufen wird. Ich habe diese in Kernen erzeugten Zellen nie so weit verfolgen können, dass ich Kerne oder festeren Zelleninhalt in ihnen erblickt hätte; stets erschienen sie mir nur als runde, mit heller Flüssigkeit gefüllte Bläschen.

Es ergiebt sich demnach, dass überall, in den Zellenhöhlen wie in den Kernen, in dem intercellulären wie in dem freien Cytoblastem Zellen entstehen und sich fortbilden können, dass demnach überall im Körper ein geeigneter Mutterboden für Zellenbildung besteht.

Betrachten wir nun noch übersichtlich die Veränderungen, welche die einzelnen Zellentheile durchlaufen können, und durch welche die so grosse Mannichfaltigkeit der Gewebe des thierischen Körpers erzeugt wird, um uns aus der Kenntniss des Lebenslaufes der einzelnen Zellentheile eine Ansicht über deren Natur zu bilden.

Die Fortbildung der *Zellenwandungen* sind so mannichfaltig und in jedem Gewebe verschieden, dass ich hier nur auf einige wenige unter der grossen Masse aufmerksam machen kann.

Zuerst kommt die *Theilung* der Zellen hier in Betracht. Sie äussert sich in zweierlei Art, wie ich schon bei dem Abschnitte über die Chorda der Tritonen erwähnte, entweder auf die Weise, dass die Zellenwand sich einknikt, einschnürt und so endlich in zwei Hälften sich theilt, welche beide einander und der früheren ungetrennten Zelle vollkommen ähnlich sind und ihr selbstständiges Leben als Zellen fortsetzen; oder aber die Theilung geschieht in der Art, wie bei den Faserzellen, wo die Zellenwand sich in eine Menge feiner Fasern spaltet, deren jede nicht mehr als Zelle fortbesteht, wo mithin die Zelle durch die Theilung sich selbst vernichtet. Beide Prozesse sind sehr von einander verschieden, da ihre Resultate so ausserordentlich verschieden sind, denn bei der Theilung in neue Zellen werden Organismen erzeugt, welche eines weiteren selbstständigen Lebens, einer weiteren Fortbildung und weiterer Veränderungen fähig sind, während bei der Zerfaserung das daraus hervorgehende Gebilde das Ziel seiner Entwicklung erreicht hat. Eine Mittelbildung zwischen beiden Formen sind vielleicht die Flimmerzellen, indem die Flimmerhaare durch seitliche Zerfaserung entstehen könnten, während der Rest der Zellenwandung in seiner Eigenthümlichkeit als Zelle fortbestände. Indess kann bei dem Mangel aller Thatsachen über die Entwicklung der Flimmerhaare diese Ansicht nur als Hypothese aufgestellt werden.

Die *einseitigen Vergrösserungen* der Zellen geben ebenfalls auf mannigfaltige Weise Grund zu der Verschiedenheit der einzelnen, die Gewebe constituirenden Elemente. Die Grundform der Zelle ist die der Kugel; allein wie selten treffen wir sie oder die durch Aneinanderlagerung daraus hervorgegangenen eckigen Formen an! Die mannichfaltigen Verästelungen der Pigmentzellen nach allen Richtungen hin, das Ausspinnen in längliche Cylinder u. s. w. lassen oft nicht die ursprüngliche einfache Form ahnen und die Schwierigkeiten, alle Mittelstadien zwischen dem Ausgangs- und Endpunkte so abweichender Gestaltenreihen zu beobachten, lassen noch jetzt vieles Dunkel in dieser Beziehung zurück.

Endlich die mannichfachen *Anlagerungen*, sowohl an der Innen- als Aussenfläche der Zellenwandungen bald in körniger, bald in spiraliger, bald in continuirlich-membranöser Form, wie sehr machen sie die ursprüngliche Bildung unkenntlich. Kommt nun noch hinzu das Verschwinden der Zellenmembran unter diesen Neubildungen, ihr Verschmelzen mit ihnen sowohl als mit den umgebenden Intercellularmassen, so wird es leicht begreiflich, wie schwer es oft ist, in ausgebildeten Geweben die Grenzen der ursprünglichen Zellen aufzufinden.

Gehen wir nun zu den Weiterbildungen des *Kernes* über, so zeigt sich in diesen eine ausserordentliche Analogie mit denen der Zelle. Meist freilich erscheint er solid oder halb fest, ohne deutliche Höhlung im Innern, aber sehr oft auch tritt er entweder schon von Anfang an als solches Bläschen auf oder er wird es nur mit der Zeit. Diese hohlen Blasenkerne aber, wodurch unterscheiden sie sich von einer Zelle? Auch durch kein einziges Criterium. Oft enthalten sie wieder Körner in ihrem Innern, welche zu ihnen in demselben Verhältniss stehen, wie sie zu den Zellen; sie entwickeln sich eben so selbstständig als alle andern Zellen; auch dehnen sie sich aus, erhalten Anlagerungen von innen und aussen, verschmelzen mit den umliegenden Geweben, während nur ihre Höhlung bleibt, wie bei den Knorpeln, oder sie spinnen sich aus, Pigmentzellen ähnlich, wie die Knochenkörperchen, von denen *Meyer* neulich nachwiess, dass sie ursprünglich Kerne seien. Namentlich das Hohlwerden der Kerne, was bei den Knorpeln so deutlich ist, ihre Verschmelzung mit der Intercellularsubstanz und der vorher untergegangenen Zellenwandung, das Entstehen neuer, auf ähnliche Weise sich ausbildender Kerne in diesen zu Zellen gewordenen Kernen, endlich das Entstehen junger Zellen in der noch halbfesten Substanz der Kerne, ganz auf die Weise, wie junge Zellen in dem halbfesten Inhalt der Chordalzellen entstehen, alle diese Umstände sind so schlagende Analogien, dass wir den geringen Unterschied, den meistens, aber nicht immer, das körnige Aussehen der Kerne bedingt, als mehr accidentelles bei Seite setzen müssen. Wenn wir sehen, dass es Kerne giebt, die von Anfang an wasserhell, hohl und nicht körnig sind, und wieder Zellen, welche körnig und mehr solid aussehen, namentlich im Beginn ihrer Entstehung, so fällt dieser ganze Unterschied, der einzige, der sinnlich

aufgefasst werden könnte, zwischen Zelle und Kern von selbst dahin. Auch die Lage, das Eingeschlossensein in eine umhüllende Membran kann kein Merkmal abgeben, da wir wissen, dass Zellen von Zellen umschlossen werden können.

Wir können desshalb mit dem Ausspruche schliessen: Der Kern ist nur eine Zelle und weiter nichts als eine Zelle; er ist derselben Metamorphosen fähig, wie die Zelle; er ist nicht das Bestimmende der Zellenbildung, da er sehr oft erst nach der Zelle entsteht; er ist eine durch Umlagerung von einer zweiten Zellenmembran in ihrer Entwicklung gehemmte Zelle.

TAFELERKLÆRUNGEN.

TAFEL I.

Anm. Alle Figuren beziehen sich auf Alytes, wenn nicht ein anderes Thier besonders bemerkt ist.

Fig. 1. Ovarialei von mittlerer Ausbildung, 360 mal vergrössert.

» 2. Keimbläschen eines reifen Ovarialeies, dieselbe Vergrösserung.

» 3 u. 4. Eier aus dem Stadium, wo die Rindenschicht des Dotters fast vollständig denselben umhüllt. Fig. 3. Seitenansicht, Fig. 4. Ansicht von unten. Diese, wie alle folgenden Figuren der Tafel sind unter einer nicht sehr starken Lupe gezeichnet.

» 5, 6, 7. Beginn der Bildung der Rückenfurchen. Fig. 5. Ansicht des Eies von der Seite, Fig. 6. Ansicht von unten, Fig. 7. dieselbe Ansicht bei abgetrennter und zurückgeschlagener Rindenschicht.

» 8. Embryonalanlage mit beginnender Anlage der Visceralbogen.

» 9. » » mit einem Visceralbogen.

» 10. » » mit drei Visceralbogen.

» 11. » » mit vollständigen Visceralbogen.

» 12, 13, 14. Embryonen, deren äussere Kiemen im Hervorsprossen begriffen sind; Fig. 12. Seitenansicht, Fig. 13. Ansicht von oben, Fig. 14. Ansicht des Kopftheiles von vorn und unten.

» 15, 16, 17. Embryonen mit ausgebildeten äusseren Kiemen; Fig. 15. Ansicht von oben, Fig. 16. von unten, Fig. 17. dieselbe nach Wegnahme des Dotterkernes.

Fig. 18. Etwas älterer Embryo von unten. Der Dottersack ist auf die Seite gezerrt.

» 19, 20, 21, 22, 23. Etwas älterer Embryo als der vorige.

Fig. 19. Ansicht von unten nach Wegnahme des Dottersackes.

» 20. Die der Mundhöhle zugekehrte Fläche der Schädelbasis.

» 21. Dieselbe nach Wegnahme aller weichen Gebilde.

» 22. Senkrechter Durchschnitt des Gehirns in der Mittellinie.

» 23. Der Kiemenapparat von der inneren, der Mundhöhle zugekehrten Fläche aus gesehen.

» 24. u. 25. Kopftheil eines etwas älteren, mit Säuren behandelten Embryo's; F. 24. Ansicht von oben, F. 25. senkrechter Durchschnitt des Gehirns.

» 26. u. 27. Embryo, dessen äussere Kiemen schon verkümmert sind. F. 26. Kopftheil von oben, Fig. 27. Eingeweide ausgebreitet.

» 28. u. 29. Etwas älterer Embryo. F. 28. Baucheingeweide mit entwickeltem Darm von unten gesehen, F. 29. dieselben nach Wegnahme des Darmes.

» 30—34. Embryonen, deren Extremitäten zu sprossen beginnen; F. 30. das Gehirn von oben, Fig. 31. Ansicht von unten nach Wegnahme des Darmes und seiner Drüsen, F. 32. Skizze der Seitenansicht des Gehirns, F. 33. der Darm mit seinen Drüsen etwas auseinander gezerrt, F. 34. die Schädelbasis von der der Mundhöhle zugekehrten Fläche.

Bezeichnungen, welche für alle Figuren der ersten Tafel die gleiche Bedeutung haben.

a. Keimbläschen.
b. Keimflecke.
c. Gelatinöse Eihülle.
d. Dotterloch.
e. Embryonalanlage.
f. Dotterhaut des Eies.
g. Rückenfurche.
h. Rückenwülste.
i. Rindenschicht des Dotters.
k. Dotterkern.
l. Visceralbogen. *l'.* Aeussere Kiemen.
m. Auge.

n.	Ohr.	*x.*	Nase.
o.	Unterkiefer.	*y.*	Lungen.
p.	Herz.	*z.*	Nieren.
q.	Darm.	1.	Erste } Hirnabtheilung.
r.	*Wolff*'sche Körper.	2.	Zweite } Hirnabtheilung.
s.	Leber.	3.	Dritte } Hirnabtheilung.
t.	Seitliche Schädelbalken.	4.	Hirnanhang.
u.	Wirbelsäule.	5.	Zirbeldrüse.
v.	Wirbelsaite.	6.	Fettkörper.

TAFEL II.

Alle Figuren dieser, wie der dritten Tafel, sind bei 360 *maliger Vergrösserung gezeichnet.*

Fig. 1. Stearintafeln und Molekularkörperchen des Dotters mit Rindenschichtzellen.

» 2. u. 3. Verschiedene Formen der Dotterkernzellen.

» 4. Zellen der Umhüllungshaut.

» 5. u. 6. Dieselben aus späteren Perioden in der Zerstörung begriffen.

» 7. Blutzellen aus einem jüngeren Embryo.

» 8. Dieselben aus einer älteren Larve.

» 9.—13. Die verschiedenen Stadien, welche die Schleimhautzähne des Mundes bei ihrer Entwicklung durchlaufen.

» 14—16. Wirbelsaiten von Tritonenembryonen aus verschiedenen Entwicklungsstadien.

» 17.—20. Chorda von Alytes. Fig. 17. Von dem Rücken eines jüngeren Embryo, F. 17ᵃ isolirte Zellen derselben, F. 18. dasselbe Stück von einem älteren Embryo, F. 18ᵃ isolirte Zellen. F. 19. Schwanzende eines jüngeren, F. 20. eines älteren Embryo, F. 21. Kopfende derselben Chorda.

TAFEL III.

Zur Knorpelentwicklung.

a. Primäre, b. secundäre Knorpelzellen.

Fig. 1. Die Knorpel der vorderen Extremität eines Triton mit Knorpelzellen aus verschiedenen Stadien.

» 2. Kiemenbogen von Triton.

» 3. u. 4. Zellen der Schädelbasis von Triton; F. 3. von einem jüngeren, F. 4. von einem älteren Embryo.

» 5—10. Knorpelzellen der Schädelbasis von Alytes in aufsteigender Entwicklung.



Druck von J. GASSMANN, Sohn.